ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞান





Text Book on Practical Psychology for Higher Secondary and Multipurpose Schools (written in accordance with the revised syllabus approved by the Board of Secondary Education, West Bengal, for classes IX, X & XI)

ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞান
[PRACTICAL PSYCHOLOGY]

"Any one who loves the science of mind must accept these hardships as well."—*Sigmund Freud.*

কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের মনোবিজ্ঞান বিভাগের অধ্যাপক
শ্রীঅনাথনাথ দত্ত মহাশয়ের প্রত্যক্ষ পরামর্শানুসারে
মেদিনীপুর জিলাস্থ পাঁশকুড়া ব্র্যাড্‌লীবার্ট বহুমুখী বিদ্যালয়ের মনোবিজ্ঞানের
শিক্ষক ও পাঁশকুড়া বনমালী কলেজের অনারারী অধ্যাপক

শ্রীনিমাই চরণ দাস, এম্. এস্-সি.
কর্তৃক প্রণীত

বাণীতীর্থ
পুস্তক প্রকাশক ও বিক্রেতা
২৬-২ বি, বেনিয়াটোলা লেন,
কলিকাতা-৯

প্রকাশক :
শ্রীশিশুকুমার বিশ্বাস
বাণীতীর্থ
২৬-২বি, বেনিয়াটোলা লেন,
কলিকাতা-৯

প্রথম প্রকাশ : বৈশাখ, ১৩৬৯

চিত্রাঙ্কন : শ্রীভীমাচরণ দাস, বি.এ.
শ্রীলক্ষ্মীকান্ত রায়

Price : Rs. 3·50 nP.

মুদ্রাকর :
শ্রীহরলাল বর্ধন
বর্ধন প্রেস
৮/৪এ, কাশী ঘোষ লেন
কলিকাতা-৬

উৎসর্গ

কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের মনোবিজ্ঞান বিভাগের প্রাক্তন
অধ্যক্ষ ডক্টর সুহৃৎচন্দ্র মিত্র মহাশয়ের করকমলে
এই গ্রন্থটি শ্রদ্ধাসহকারে
অর্পিত হইল।

ভূমিকা

মনোবিজ্ঞান বর্তমানে শিক্ষার সর্বস্তরে পাঠ্য বিষয়রূপে পরিগণিত হইয়াছে। কিন্তু বাংলা ভাষায় অধুনা কয়েকটি পুস্তক প্রকাশিত হইলেও আজ পর্যন্ত এ সম্বন্ধে **Laboratory Notebook** বিষয়ে কোন পুস্তক রচিত হয় নাই। এই দিক হইতে আমার ছাত্র শ্রীনিমাই চরণ দাস, এম্. এস্-সি. লিখিত "ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞান" প্রশংসার যোগ্য।

মনোবিজ্ঞানের বিষয়বস্তুকে সহজ ও সরল ভাষায় সমুচিত ব্যাখ্যাই এই পুস্তকের বিশেষত্ব। চিত্র ও উদাহরণ দ্বারা উপলব্ধি করার প্রয়াস একটি বৈশিষ্ট্য।

উচ্চমাধ্যমিক ও প্রাক্-বিশ্ববিদ্যালয়ের ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞানের পাঠ্য সূচী অনুসরণ করিয়া এই পুস্তকটি রচিত হওয়ায় উহা উক্ত ছাত্রছাত্রীদের উপযোগী হইয়াছে। এমন কি উহা উচ্চতর শ্রেণীর ছাত্রছাত্রীদের ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞান পাঠে সহায়তা করিবে বলিয়া আমার বিশ্বাস।

ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞানের বিভিন্ন বিষয়বস্তুকে বহুবিধ চিত্র, গ্রাফ (graph) সহযোগে এই পুস্তকটিকে সহজবোধ্য ও জ্ঞানগর্ভ করা হইয়াছে। সেজন্য ইহা সকলেরই দৃষ্টি আকর্ষণ করিবে।

আমি এই পুস্তকটির বহুল প্রচার সর্বান্তঃকরণে কামনা করি।

এপ্রিল ১২, ১৯৬২
কলিকাতা

শ্রীসুহৃৎচন্দ্র সিংহ

অধ্যক্ষ : মনস্তত্ত্ব বিভাগ
কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়

নিবেদন

মনো বিজ্ঞান বর্তমানে উচ্চতর মাধ্যমিক ও বহুমুখী বিদ্যালয়ের 'হিউমানিটিজ' ও 'সায়েন্স' বিভাগের স্বতন্ত্র ঐচ্ছিক বিষয়রূপে পরিগণিত হইয়াছে। ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞানের স্বয়ংসম্পূর্ণ স্বতন্ত্র পুস্তকের অভাব আমরা শিক্ষক ও বিশেষ করিয়া ছাত্র-সমাজ সকলেই অনুক্ষণ অনুভব করিতেছিলাম। ছাত্রছাত্রীদের একান্ত অনুরোধে ও সহকর্মীদের আন্তরিক সহায়তায় এবং শ্রদ্ধেয় গুরুবর্গের অনুপ্রেরণায় সেই অভাব পূরণের গুরুদায়িত্ব বহনে অগ্রসর হইয়াছি। এ বিষয়ে আমার ক্ষমতার অভাব থাকিলেও চেষ্টার অভাব কখনও হয় নাই।

পরিসংখ্যান (Statistics) তত্ত্বীয় ও ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞান উভয়েরই অংশ বিশেষ। তাই ইহা এখানেও বিস্তৃতভাবে আলোচনা করা হইয়াছে।

উচ্চতর মাধ্যমিক ও বহুমুখী বিদ্যালয়ের 'হিউমানিটিজ' ও 'সায়েন্স' বিভাগের নবম, দশম ও একাদশ শ্রেণীর ছাত্রছাত্রীদের জন্য পশ্চিমবঙ্গ শিক্ষা পর্ষৎ কর্তৃক নির্দিষ্ট পাঠ্যসূচী অনুসারে ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞানের জন্য এই পুস্তকটি রচিত হইলেও—কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের 'প্রাক্ বিশ্ববিদ্যালয়' ও বর্ধমান বিশ্ববিদ্যালয়ের 'বিশ্ববিদ্যালয় প্রবেশিকা' পরীক্ষার ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞানের পাঠ্যসূচী ইহার অনুরূপ হওয়ায় এই পুস্তকটি উপরোক্ত সকলেরই উপযোগী হইবে—ইহাই আমি মনে করি।

উক্ত পাঠ্যতালিকার সমুদয় বিষয়গুলি এই পুস্তকে সন্নিবেশিত হইয়াছে। পাঠ্যতালিকা ও প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতির একটি তালিকা দেওয়া হইল। অনুশীলনী এবং ১৯৬০ ও ১৯৬১ সনের ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞানের প্রশ্নপত্র পুস্তকটির শেষভাগে দেওয়া হইল।

মাতৃভাষায় শিক্ষাদান ও শিক্ষা গ্রহণ যত সহজ ও সাবলীল হয় অন্য ভাষায় সেরূপ হয় না। তাই মাতৃভাষাতেই উপরোক্ত ছাত্রছাত্রীদের উপযোগী করিয়া এই পুস্তকটি রচনার প্রয়াস পাইয়াছি। সেজন্য কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয়ের রচিত পরিভাষা ব্যবহার করিয়াছি। ইংরাজী প্রশ্নপত্র বুঝিবার সুবিধার্থে ও উচ্চ শিক্ষার পথ প্রশস্ত করিবার নিমিত্ত ইংরাজী প্রতিশব্দও যথাসম্ভব ব্যবহার করিয়াছি। যাঁহারা এই পুস্তক রচনায় ও প্রকাশে সহযোগিতা করিয়াছেন তাঁহাদের নিকট আমি কৃতজ্ঞ থাকিলাম।

যাহাদের উদ্দেশ্যে এই পুস্তকটি রচনা করিয়াছি ইহা তাহাদের বিন্দুমাত্র উপকারে লাগিলে আমার শ্রম সফল বলিয়া জ্ঞান করিব।

এই পুস্তকটি অতি দ্রুত রচিত ও মুদ্রিত হওয়ায় ভুল-ভ্রান্তির সম্ভাবনা যথেষ্ট রহিল। সুধী পাঠক ও পাঠিকাবর্গ এ বিষয়ে আমার দৃষ্টি আকর্ষণ করিলে অশেষ বাধিত হইব। পরবর্তী সংস্করণে অবশ্যম্ভাবী ভুল-ভ্রান্তিগুলি সংশোধনের বাসনা রহিল। উক্ত ছাত্রছাত্রীদের জন্য সরল মনোবিজ্ঞান (Theoretical) শীঘ্রই প্রকাশের প্রয়াস পাইতেছি।

পূর্বচক, (কাজলাগড়), মেদিনীপুর — **শ্রীনিমাইচরণ দাস**

নববর্ষ ১৩৬৯

Board of Secondary Education, West Bengal
Syllabus for Higher Secondary Course in
Psychology Practical (One Paper—50 Marks)

CLASS IX

Items	*Aids*	*Remarks*
1. Information about the anatomical characteristics of the Central Nervous system & sense organs-Identification —Location etc.	Models, charts etc.	Demonstration only.
2. Cutaneous sensation : Exploration of touch, pain, heat and cold spots,	Hair holders, Metal cylinders.	Mapping.
3. Taste, Smell, Olfactory aud Gustatory sensations.	Common materials of different smells & tastes.	Demonstration only.
4. Hearing : Auditory sensations.	Metronomes, Tuning Forks.	Do
5. Vision : Stereoscopic Vision.	Stereoscope.	Do
6. Illusion : Müller-Lyer Illusion ; Size-Weight Illusion.	Charts, Bottle of different sizes & weighing scales.	Do
7. Positive & Negative After-image.	Different coloured Cartons.	Do

CLASS X

8. Memorizing : Memory Span, Recognition and Recall ; Memorizing by Learning & Saving Methods, Whole Versus Part —learning.	Jastrow's Apparatus : Sense and nonsense materials.	Experimental.
9. Colour Mixtures : Its laws.	Colour wheel (Hand-driven or electrical) ; colour discs.	Do

10.	Individual Differences : Physical Measurements— standing & sitting heights, weights, strength of grips, Cephalic Index.	Weighing Machine, measuring tapes, Calipers (popularly known as anthropometric instruments).	Do
11.	Colour preference : By serial & Paired comparison methods.	Coloured cartons of different hues	Do
		CLASS XI	
12.	Attention : Span, Fluctuation & Duration.	Mason's Disc, colour wheel (as before .	Do
13.	Reaction Time : Simple (Natural, muscular & sensorial).	Vernier chronoscope.	Do
14.	Individual Differences : Mental Measurements— Steadiness, Tapping, Cancellation, Intelligence.	Steadiness Apparatus, Tapping Instruments, Cancellation sheets (Printed), Intelligence tests (verbal & Non-verbal) Standard or devised. Group verbal Intelligence Tests, Pass Along, Form Board Tests.	Do

Syllabi for Pre-University (C. U.) and University Entrance (B U.) Examinations Psychology Practical

1. To determine the span of memory by visual and auditory presentation of stimulus.
2. To demonstrate the three laws of colour mixture and negative after-image.
3. To demonstrate the influence of pleasantness and unpleasantness in respiration.
4. To demonstrate the nature of fluctuation of attention.
5. To determine (by Vernier Chronoscope) Simple Reaction Time ; sensorial, muscular and natural.
6. Knowledge of elementary statistics ; Drawing frequency polygon, calculation of mean, mode, median, average deviation and standard deviation.

Meterials required for Higher Secondary Psychology Practical

1. Models and charts of Human Nervous System and sense organs (Brain, Sp.cord, Eye, Ear, Skin etc.)
2. Hair holders, Temperature cylinders, Pain point and Hand-rest.
3. Double olfactometer, common materials of different smells & tastes.
4. Metronomes, Tuning Forks and Resonance box sound hammer.
5. Stereoscope, Prism, Lens.
6. Bottles of different sizes & weighing scales, Müller-Lyer illusion board, Illusion charts.
7. Different coloured cartons of different hues (Red, Green, Yellow & Blue).
8. Jastrow's Memory apparatus.
9. Colour wheel (Hand-driven or electrical) ; colour discs.
10. Weighing machine, measuring tapes, calipers (Popularly known as anthropometric instruments), Dynamometer.
11. Tachistoscope, Mason's Discs, Kymograph & its accessories (electrical or clock-work), Kymographic stand, Jacquet's Chronometer, Electro-magnetic stylus, Make key, stop-watch, Dry cells, Kerosene lamp. drum paper for smoking, Tray, Varnish, Funnel, Grey screen board and stands, clamps, paper clips & pins, electric wires, Rubber tube & pressure bulb, pictures of reversible stair case, vase & face, Rubber sheet, knife, scissors.
12. Vernier Chronoscope & accessories. different coloured threads, screw driver, a tiny bulb.
13. Steadiness Apparatus, Tapping instruments, Cancellation sheets (Printed), Intelligence Tests, Alexander s Pass Along Test materials, Dearborn Form Board Test materials etc.

সূচীপত্র

উপক্রমণিকা

কোন বিষয়ের বিশেষ জ্ঞানকে বিজ্ঞান (Science) বলে। বিজ্ঞান ঘটনার বিশেষ ভাবে ব্যাখ্যা করে। জল একটি যৌগিক পদার্থ। ইহাকে রাসায়নিক বিশ্লেষণ করিলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন নামে দুইটি মৌলিক পদার্থ পাওয়া যায়। জড় বস্তুর সম্পর্কে বিশেষ জ্ঞানকে জড় বিজ্ঞান (Physical Science) বলে। এইরূপ জীবের সম্পর্কে বিশেষ জ্ঞানকে জীব বিজ্ঞান (Biological Science) বলে। যে শাস্ত্র প্রাণীর আচরণের পর্যবেক্ষণ, পরীক্ষণ ও সংব্যাখ্যান করে তাহাকে **মনোবিজ্ঞান** (Mental Science or Psychology) বলে।

জড় বিজ্ঞানের পরীক্ষার জন্য যেমন জড় বস্তুর প্রয়োজন, উদ্ভিদ বিজ্ঞানের পরীক্ষার জন্য যেমন উদ্ভিদের প্রয়োজন, প্রাণীবিজ্ঞানের পরীক্ষার জন্য যেমন প্রাণীর প্রয়োজন, মনোবিজ্ঞানের পরীক্ষার জন্য তেমনি মনের অর্থাৎ মানুষের প্রয়োজন।

বিজ্ঞানী জড় জগৎ বিশ্লেষণ করিয়া যেমন হাইড্রোজেন, অক্সিজেন প্রভৃতি প্রায় ৯২টি মৌলিক পদার্থের সন্ধান পাইয়াছেন, মনোবিজ্ঞানী মনোজগৎ বিশ্লেষণ করিয়া তেমনি **সংবেদন** (Sensation), **প্রতিরূপ** (Image) ও **অনুভূতি** (Feeling) এই তিনটি মৌলিক মানসিক প্রক্রিয়ার (Three elementary mental processes) সন্ধান পাইয়াছেন।

বিজ্ঞানের দুইটি দিক আছে—একটি **তত্ত্বীয়** (Theoretical) অপরটি **ব্যবহারিক** (Practical)। ব্যবহারিক মনোবিজ্ঞান (Practical Psychology)কে দুই ভাগে ভাগ করা যায়।

(1) প্রথমতঃ মানসিক পরীক্ষা (Psychological experiment) গুলিতে মানসিক প্রক্রিয়ার গুণ পরীক্ষা করা হয় যথা—(Experiments on memory and attention etc.)।

(2) দ্বিতীয়তঃ মানসিক অভীক্ষা (Psychological Testing) গুলিতে মানুষের ব্যক্তিত্বের মানসিক বৈশিষ্ট্য নির্ণয় করা হয় যথা—(Intelligence tests, Personality tests etc.)।

"A psychological test is a pattern of stimuli selected and organised to elicit responses which will reveal certain psychological characteristics in the person who makes them···Psychological tests aim to reveal the characteristics of persons and psychological experiments aim to reveal the characteristics of mental processes."—Mursell.

মানসিক পরীক্ষা (Psychological experiment)-কে আবার দুইভাগে ভাগ করা যায়।

(1) গুণাত্মক পরীক্ষা (Qualitative experiment) মানসিক প্রক্রিয়ার বিশেষ গুণকে বর্ণনার দ্বারা অভিব্যক্ত করে।

(2) পরিমাণাত্মক পরীক্ষা—(Quantitative experiment) মানসিক প্রক্রিয়ার বিশেষ গুণকে পরিমাপ করে যথা—(Experiments on memory and attention,etc.)।

গুণাত্মক পরীক্ষাগুলিতে নিজেই নিজের অভিজ্ঞতাকে পর্যবেক্ষণ (Self observation) বা অন্তর্দর্শন (Introspection) করিতে হয়। প্রয়োজন হইলে একজন সাহায্যকারী (Assistant) লওয়া যাইতে পারে। যেমন একমিনিট কাল এক টুকরা লালরঙের দিকে তাকাইয়া পরে কিছুদূরে সাদা দেওয়ালের উপর দৃষ্টি নিবদ্ধ করিলে কি কি অভিজ্ঞতা লাভ হয় তাহা লিপিবদ্ধ করা। এই সমস্ত গুণাত্মক পরীক্ষায় বহিঃ পর্যবেক্ষণ (Objective observation)-এর বিশেষ কোন মূল্য নাই। কিন্তু অন্তঃ পর্যবেক্ষণ (Subjective observation) বা অন্তর্দর্শন (Introspection) মূল্যবান। তাই এই সমস্ত পরীক্ষা বর্ণনাবহুল বা বর্ণনাত্মক।

পরিমাণাত্মক পরীক্ষাগুলিতে দুইজন ব্যক্তির প্রয়োজন। যিনি বক্তব্য বিষয় বস্তু (Problem)টি বিশ্লেষণ (Analysis) করিয়া পরীক্ষাটি পরিচালনা (Procedure) করেন (কোন্ বিষয়টি কখন কিভাবে পরীক্ষা করিতে হইবে) তাহাকে প্রয়োগী বা অভীক্ষক (Experimenter সংক্ষেপে 'E') বলা হয়। যাহার মানসিক প্রক্রিয়ার গুণ পরিমাপ করা হয় তাহাকে বিষয়ী বা অভীক্ষার্থী (Subject সংক্ষেপে 'S') বলা হয়।

অভীক্ষক অভীক্ষার্থীর মানসিক প্রক্রিয়ার দৈহিক অভিব্যক্তি, বহিঃপ্রকাশ ও বাহ্যিক লক্ষণগুলি যন্ত্রপাতির সাহায্যে পর্যবেক্ষণ করেন এবং অভীক্ষার্থী ও নিজের মানসিক প্রক্রিয়াগুলি পর্যবেক্ষণ (Self or Subjective observation) অথবা অন্তর্দর্শন (Introspection) লিপিবদ্ধ করেন। অভীক্ষকের বাহিরের পর্যবেক্ষণগুলি (objective observations) অভীক্ষার্থীর অন্তর্দর্শন (Introspection) দ্বারা সমর্থিত হইয়া তথ্যগুলি পরীক্ষিত হয়। অর্থাৎ অভীক্ষার্থীর মানসিক প্রক্রিয়াকে অভীক্ষক বাহিরের দিক হইতে এবং অভীক্ষার্থী নিজেই ভিতরের দিক হইতে পর্যবেক্ষণ করেন। অভীক্ষার্থীর অন্তর্দর্শনের ভিত্তিতে অভীক্ষক নিজের বাহিরের পর্যবেক্ষণকে বিচার, বিশ্লেষণ ও সমালোচনা করেন। সেইজন্য মনোবিজ্ঞানের বিষয়বস্তু সম্পর্কে অভীক্ষকের সম্পূর্ণ জ্ঞান থাকা অত্যাবশ্যক ও অভীক্ষার্থীর অবহিত হওয়া বাঞ্ছনীয়।

প্রত্যেক শ্রেণীতে দশ বার জন দল (group) করিয়া একসঙ্গে অধিকপক্ষে দেড়ঘণ্টাকাল কাজ করা যায়। দুইজন দুইজন (partnership) করিয়া একত্রে কাজ করিতে হয়। অবশ্য এই দুইজনের মধ্যে বন্ধুত্ব ও বনিবনা থাকা আবশ্যক ও পরস্পরের মানসিক প্রকৃতি সম্পর্কে পরস্পর অবহিত হওয়া বাঞ্ছনীয়। প্রথমবারে যে অভীক্ষক হইবে দ্বিতীয়বারে সে অভীক্ষার্থী এবং প্রথমবারে যে অভীক্ষার্থী দ্বিতীয়বারে সে

অভীক্ষক হইবে। এইভাবে প্রত্যেকেই প্রত্যেক পরীক্ষায় একবার অভীক্ষক ও একবার অভীক্ষার্থী হইয়া কাজ করিবে। (বিশ্ববিদ্যালয়ের ব্যবহারিক পরীক্ষা-কক্ষে পরিমাণাত্মক পরীক্ষায় প্রত্যেক পরীক্ষার্থীকে অভীক্ষকের ভূমিকায় অংশগ্রহণ করিতে হইবে।)

অভীক্ষার্থীর শারীরিক সুস্থতা ও মানসিক স্বাভাবিকতা প্রয়োজন। নতুবা শারীরিক অসুস্থতা কিংবা মানসিক অস্বাভাবিকতা মানসিক পরীক্ষায় বিঘ্ন সৃষ্টি করিতে পারে। আবার আবহাওয়া মনের উপর প্রভাব বিস্তার করে। পরিষ্কার আবহাওয়া মনকে যেমন প্রফুল্ল করিতে পারে অপরিষ্কার বিশ্রী আবহাওয়া মনকে তেমনি বিষণ্ণ ও বিমর্ষ করিতেও পারে। অবশ্য ইহার উপর আমাদের কোন কর্তৃত্ব নাই। মনোবিজ্ঞানাগারটি (Psychology laboratory) আলো বাতাস পূর্ণ এবং গোলমাল শূন্য হওয়া প্রয়োজন।

অভীক্ষকই প্রয়োজনীয় সাজ-সরঞ্জাম (Materials) সংগ্রহ করিয়া লইবে। কোন্ পরীক্ষাটি কখন কি ভাবে কোন্ প্রকারে কি পদ্ধতিতে (procedure) করিতে হইবে তাহার সমস্ত পরিকল্পনাটি ও কাজ অভীক্ষককে করিতে হইবে। পরীক্ষাকালে অভীক্ষার্থীকে কি করিতে হইবে তাহা তাহাকে অতি সহজ সরল ভাষায় অভীক্ষক নির্দেশ (Instructions) দিবে। পরীক্ষাটি যাহাতে সুসম্পন্ন হয় তাহার জন্য সাবধানতা (precautions) অবলম্বন প্রয়োজন।

পরীক্ষার ফলাফলটি (Result) tabular form-এ লিখিতে হইবে।

অভীক্ষার্থী তাহার অন্তর্দর্শন (Introspection) লিপিবদ্ধ করিয়া স্বাক্ষর করিয়া দিবে।

সমস্ত ফলাফলটি হইতে একটি স্থির সিদ্ধান্তে (conclusion) উপনীত হইতে হইবে। শেষে অভীক্ষার্থীর অন্তর্দর্শনের (Introspection) ভিত্তিতে অভীক্ষক তাহার পর্যবেক্ষণ (objective observation i.e. result)-এর ব্যাখ্যা (Interpretation), আলোচনা ও মন্তব্য (Remarks) করিতে হইবে।

প্রত্যেক ছাত্র ছাত্রীকে অভীক্ষক হিসাবে প্রত্যেক পরীক্ষা সুসম্পন্ন করিয়া Laboratory Note Book-এ যে ভাবে লিপিবদ্ধ করিতে হইবে তাহার একটি নমুনা নিম্নে দেওয়া হইল।

(1) *Date (of work)*—(রুলকরা পৃষ্ঠার উপরের দিকে বামপার্শ্বে লিখিতে হইবে।)

(2) *Problem No.*—(„)

(3) *Problem*—(মূল বক্তব্যটি Block letters-এ লিখিতে হইবে।)

(4) *Basic concept of the Problem*—(সংক্ষেপে বক্তব্য বিষয়টি বুঝাইয়া দিতে হইবে)

(5) *Preliminaries*—

i Name of the Experimenter—

ii Name of the subject—

iii Age of the subject—

iv Physical and Mental condition of the subject—

v Weather condition—

vi Time of experiment—

(6) *Materials required*—(প্রয়োজনীয় সাজ-সরঞ্জামের নাম লিখিতে হইবে)

(7) *Procedure*—(পরীক্ষার কার্য প্রণালীটি past tense ও passive voice-এ লিখিতে হইবে।)

(8) *Instructions to the subject*—(অভীক্ষার্থীকে যাহা করিতে হইবে তাহা অভীক্ষক প্রত্যক্ষ উক্তিতে নির্দেশ দিবে।)

(9) *Precautions*—(পরীক্ষাটি সুসম্পন্ন করিবার জন্য প্রয়োজনীয় সাবধানতা অবলম্বন করিতে হইবে।)

(10) *Result*—(পরিমাণাত্মক পরীক্ষাগুলিতে যে তথ্য পাওয়া যায় তাহা *tabular form*এ লিপিবদ্ধ করিতে হইবে। এই পরীক্ষাগুলিতে ইহাই গুরুত্বপূর্ণ বিষয়।)

(11) *Introspection of the subject*—(প্রত্যেক পরীক্ষায় অভীক্ষার্থী তাহার অন্তর্দর্শনটি প্রত্যক্ষ উক্তিতে ও কর্তৃবাচ্যে লিপিবদ্ধ করিয়া নিজের স্বাক্ষর করিবে। অভীক্ষার্থীর ঐ অন্তর্দর্শনটি অভীক্ষক তাহার Laboratory Note Book-এ যথাস্থানে লিপিবদ্ধ করিবে। কিন্তু পরীক্ষার খাতায় অভীক্ষার্থীর ঐ অন্তর্দর্শনটি যথাস্থানে সংযোজিত করিয়া দিবে।)

(12) *Calculation*—(প্রয়োজনীয় অঙ্কগুলি কষিয়া দেখাইতে হইবে।)

(13) *Conclusion*—(সমস্ত ফলাফলটি হইতে একটি স্থির সিদ্ধান্তে উপনীত হইতে হইবে।)

(14) *Remarks*—(অভীক্ষার্থীর অন্তর্দর্শন (Introspection)-এর ভিত্তিতে অভীক্ষককে তাহার পর্যবেক্ষণ (objective observation or result)-এর সংব্যাখ্যান (Interpretation) করিতে হইবে।)

(15) *Reference of work*—(যদি কোন বিশেষ পুস্তকের মতামত কোন পরীক্ষায় গ্রহণ করা হয় তবে সেই পুস্তকের ও উহার লেখকের নাম উল্লেখ করিতে হইবে।)

PART I

On Statistics

CHAPTER I

Fundamental Principles of Statistics

পরিসংখ্যানকে (statistics) এক কথায় সংখ্যাবিজ্ঞান বলা চলে। ইহা গণিতের শাখা বিশেষ। গণিত শাস্ত্র বিজ্ঞানের নিকট মাতৃতুল্য। মনোবিজ্ঞানের ক্ষেত্রেও তাহার ব্যতিক্রম নাই। বর্তমানে পরিসংখ্যানই মনোবিজ্ঞানের ভিত্তিভূমি বলিলে অত্যুক্তি হয় না। মনোবিজ্ঞানের এই অংশকে গাণিতিক মনোবিজ্ঞান (Psychometry) বলে। পরিসংখ্যানের সহিত মনোবিজ্ঞানের সম্পর্ক অতি ঘনিষ্ঠ।*

কেন্দ্রীয় প্রবণতা (Central Tendency)

কোন দলের কোন ব্যক্তির উচ্চতা শুধু ৬ ফুট বলিলে সেই দলের উচ্চতার তুলনায় তাহার উচ্চতা অপেক্ষাকৃত কম কিংবা বেশী তাহা বুঝা যায় না। তাহা বুঝিতে হইলে সেই দলের উচ্চতার **কেন্দ্রীয় প্রবণতা** (Central Tendency) জানা দরকার। যে দিকে বেশীর ভাগের প্রবণতা কিংবা ঝোঁক থাকে তাহাকেই **কেন্দ্রীয় প্রবণতা** বলে। এই কেন্দ্রীয় প্রবণতা জানা না থাকিলে কোন ব্যক্তিকে তাহার দলের পরিপ্রেক্ষিতে তুলনা করা যায় না। কোন ব্যক্তিবিশেষের কোন বৈশিষ্ট্যকে (ওজন, বুদ্ধি, ব্যক্তিত্ব) দলের কিংবা জাতির পরিপ্রেক্ষিতে তুলনা করিতে হইলে ঐ দলের বৈশিষ্ট্যের কেন্দ্রীয় প্রবণতা জানা দরকার।

এই কেন্দ্রীয় প্রবণতা পরিমাপ করিবার তিনটি পদ্ধতি আছে, যথা—(১) গড় (Mean or Average), (২) মধ্যক বা মধ্যাঙ্ক (Median), (৩) ভূষক বা গরিষ্ঠাঙ্ক (Mode)।

পাঁচ জনের উচ্চতা যথাক্রমে ৫৬″, ৬০″, ৬৫″, ৬৮″, ৬৫″ ইঞ্চি।

ইহাদের গড় উচ্চতা $= \frac{৩১৪}{৫} =$ ৬২·৮″ ইঞ্চি।

---

* Statistical procedures are applications of mathematics which enable the psychologist to design his experiments and arrange his findings so that he can discover significant trends and relations. (Munn)

Statistics—"It is the body of the method in arriving to a certain decision in the face of uncertainty."

রাশিগুলির যোগফলকে রাশিগুলির সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিলে গড় পাওয়া যায়। এই তিনটি পদ্ধতির মধ্যে গড়ই সর্বোৎকৃষ্ট ও সবচেয়ে নির্ভরযোগ্য এবং নির্ভুল।

রাশিগুলিকে ক্রমানুসারে সাজাইলে কেন্দ্রস্থ রাশিকে মধ্যাঙ্ক বলে। ৫৬″, ৬০″, ৬৫″, ৬৫″, ৬৮″ ইহাদের কেন্দ্রস্থ রাশি ৬৫″; সুতরাং মধ্যাঙ্ক=৬৫″ ইঞ্চি। ইহা খুব দ্রুত ও সহজে নির্ণয় করা যায়। ইহা সব সময় কেন্দ্রস্থ বিন্দুটি নির্ণয় করে।

রাশিমালার মধ্যে যেটি সর্বাপেক্ষা অধিকবার আবৃত্ত হয় তাহাকে গরিষ্ঠাঙ্ক বলে। এক্ষেত্রে ৬৫″ সবচেয়ে বেশীবার (২ বার) আবৃত্ত হইয়াছে। সুতরাং ৬৫″ ইঞ্চিই গরিষ্ঠাঙ্ক। ইহাকে সবচেয়ে দ্রুত নির্ণয় করা যায় কিন্তু সবচেয়ে কম নির্ভরযোগ্য।

গড় ব্যত্যয় বা গড় বিচ্যুতি (Average Deviation)

শুধু কেন্দ্রীয় প্রবণতা (গড়) জানিলেই কোন রাশির প্রকৃত তাৎপর্য বুঝা যায় না। কোন রাশির প্রকৃত তাৎপর্য বুঝিতে হইলে গড় হইতে তাহার ব্যত্যয় বা বিচ্যুতি (Deviation) জানা দরকার। গড় হইতে প্রত্যেক রাশির যে পার্থক্য সেই পার্থক্যগুলির গড়কে গড় ব্যত্যয় বা গড় বিচ্যুতি (Average Deviation সংক্ষেপে A D অথবা Mean Variation সংক্ষেপে M V) বলে। গড় হইতে রাশিগুলির পার্থক্য যথাক্রমে −৬·৮″, −২·৮″, ২·২″, ৫·২″, ২·২″ ইঞ্চি। এই বিচ্যুতিগুলির গড়

$=\frac{১৯·২''}{৫}=৩·৮৪''=$ গড় বিচ্যুতি (Average Deviation)।

গড় বিচ্যুতি নির্ণয়ে '+' ও '—' এর কোন মূল্য গ্রাহ্য করা হয় না। তাই ইহা তত নির্ভরযোগ্য নহে। প্রমান ব্যত্যয় (Standard Deviation সংক্ষেপে SD) '+' ও '—' এর মূল্য গ্রাহ্য করা হয় বলিয়া ইহা অপেক্ষাকৃত অধিক নির্ভর যোগ্য। ইহা পরে বিশদভাবে আলোচনা করা হইবে।

সহগতি (Correlation)

একটি গুণ কিংবা বৈশিষ্ট্যের সহিত অপর একটি গুণ কিংবা বৈশিষ্ট্যের যে সম্পর্ক তাহাকে সহগতি (Correlation) বলে। মনোবিজ্ঞানে একটি মানসিক গুণ কিংবা বৈশিষ্ট্যের সহিত অপর একটি মানসিক গুণ কিংবা বৈশিষ্ট্যের যে সম্পর্ক তাহা জানা দরকার। যেমন স্মৃতির সহিত বুদ্ধির কোন সম্পর্ক আছে কিনা, মনোযোগের সহিত শিক্ষার কোন সম্পর্ক আছে কিনা—তাহা মনোবিজ্ঞানীর পক্ষে জানা একান্ত আবশ্যক।

আমরা জানি, "চাপমাত্রাকে অপরিবর্তিত রাখিয়া তাপমাত্রা বাড়াইলে বায়বীয় পদার্থের আয়তন বৃদ্ধি পায়।" অর্থাৎ কোন নির্দিষ্ট চাপে কোন বায়বীয় পদার্থের তাপমাত্রা যত বাড়িবে উহার আয়তনও তত বাড়িবে, আবার উহার তাপমাত্রা কমাইলে উহার আয়তনও কমিবে। বায়বীয় পদার্থের তাপমাত্রার সহিত আয়তনের

এই যে সম্পর্ক ইহাকে সম্পূর্ণ ধনাত্মক সহগতি (Perfect Positive Correlation) বলে। ইহা ১ দ্বারা সূচিত হয়।

একটির হ্রাস কিংবা বৃদ্ধির সহিত অপরটির হ্রাস কিংবা বৃদ্ধির সম্পর্ক যত কম হইবে ধনাত্মক সহগতি (Positive Correlation) ততই ১ অপেক্ষা কম হইবে অর্থাৎ ·৯, ·৮, ·৭, ·৬, ·৫, ·৪, ·৩, ·২, ·১ হইবে এবং ক্রমে যখন কোন সম্পর্ক থাকিবে না তখন সহগতিটি ০ শূন্য হইবে। যেমন আমি কাজ করি কিংবা নাই করি, শুইয়া থাকি কিংবা ঘুমাইয়া পড়ি, আলস্যে দিনপাত করি কিংবা প্রাণপাত পরিশ্রম করি, বাঁচিয়া থাকি কিংবা মরিয়া যাই—পৃথিবী প্রাকৃতিক নিয়মে আবর্তিত (আহ্নিক গতি ও বার্ষিক গতি) হয়; সুতরাং পৃথিবীর আবর্তনের সঙ্গে আমার কাজের কোন সম্পর্ক নাই। এইরূপ সহগতিকে ০ শূন্য ধরা হয়। ইহাকে প্রভাব-শূন্যতা বলে।

কোন বৈশিষ্ট্যের বৃদ্ধি কিংবা হ্রাসের সহিত অপরটির হ্রাস কিংবা বৃদ্ধি হইলে (অর্থাৎ একটির হ্রাস হইলে অপরটির বৃদ্ধি হইবে এবং একটির বৃদ্ধি হইলে অপরটির হ্রাস হইবে।) তাহাদের যে সম্পর্ক তাহাকে ঋণাত্মক সহগতি (Negative Correlation) বলে। এই ঋণাত্মক সহগতিটি ক্রমানুসারে −·১, −·২, −·৩, −·৪, −·৫, −·৬, −·৭, −·৮, −·৯, −১ হয়। ১ এর কম সহগতিকে অসম্পূর্ণ সহগতি (Imperfect Correlation) বলে।

আমরা জানি, "তাপমাত্রাকে অপরিবর্তিত রাখিয়া কোন বায়বীয় পদার্থের চাপমাত্রা যত বাড়ান যায় উহার আয়তন তত কমিয়া যায়।" অর্থাৎ কোন বায়বীয় পদার্থের তাপমাত্রা নির্দিষ্ট রাখিয়া উহার চাপমাত্রা যত বাড়ান হইবে উহার আয়তন তত কমিয়া যাইবে এবং চাপমাত্রা যত কমান হইবে উহার আয়তন তত বাড়িয়া যাইবে। বায়বীয় পদার্থের চাপ ও আয়তনের এই যে সম্পর্ক তাহাকে সম্পূর্ণ ঋণাত্মক সহগতি (Perfect Negative Correlation) বলে। ইহা −১ দ্বারা সূচিত হয়।

জড় জগতে যেরূপ সম্পূর্ণ ধনাত্মক ও ঋণাত্মক সহগতি পাওয়া যায় মনোজগতে সেরূপ সম্পূর্ণ ধনাত্মক ও ঋণাত্মক সহগতি সচরাচর পাওয়া যায় না। মানসিক গুণ বা বৈশিষ্ট্যের মধ্যে অসম্পূর্ণ ধনাত্মক ও ঋণাত্মক সহগতি পাওয়া যায়।

পরিসংখ্যানের সাধারণ নিয়মাবলী

(১) রাশিমালার সংখ্যা ২৫ অপেক্ষা কম হইলে ungrouped method এবং ২৫ অপেক্ষা অধিক হইলে grouped method প্রয়োগ করিতে হইবে।

(২) বৃহত্তম রাশি ও ক্ষুদ্রতম রাশির মধ্যে যে দূরত্ব তাহাকে বিস্তৃতি (range) বলে।

(৩) শ্রেণীর পার্থক্য (Step-interval) ১, বা ২, বা ৩, বা ৫, বা ১০, বা ১০-এর গুণিতক হইতে পারে।

(৪) শ্রেণীর সংখ্যা ১০ হইতে ২০ পর্যন্ত যে কোন সংখ্যাবিশিষ্ট হইতে পারে। (ক্ষেত্রবিশেষে ইহার ব্যতিক্রম হইতে পারে।)

(৫) শ্রেণীর প্রারম্ভিক বিন্দু (Starting value) কিংবা মধ্য-বিন্দু (Mid-value) শ্রেণীর পার্থক্য দ্বারা বিভাজ্য হইবে। (Starting value or mid-value of the step-interval would be multiple of the step-interval.)

একটি পরীক্ষায় ৫০ জন ছাত্রের নম্বর যথাক্রমে—

87	80	72	39	42	61	34	63	81	61
73	76	72	54	30*	83	41	50	83	50
95**	92	54	61	64	74	46	49	91	47
92	85	75	92	88	91	57	64	32	36
46	81	43	48	73	90	59	71	43	67

*Lowest score ; **Highest score.

রাশিমালার সংখ্যা (Number of cases)— N = 50 ; এ ক্ষেত্রে grouped Method প্রয়োগ করিতে হইবে।

Range = Highest Score—Lowest score + 1

$= (95-30)+1 = 65+1 = 66.$

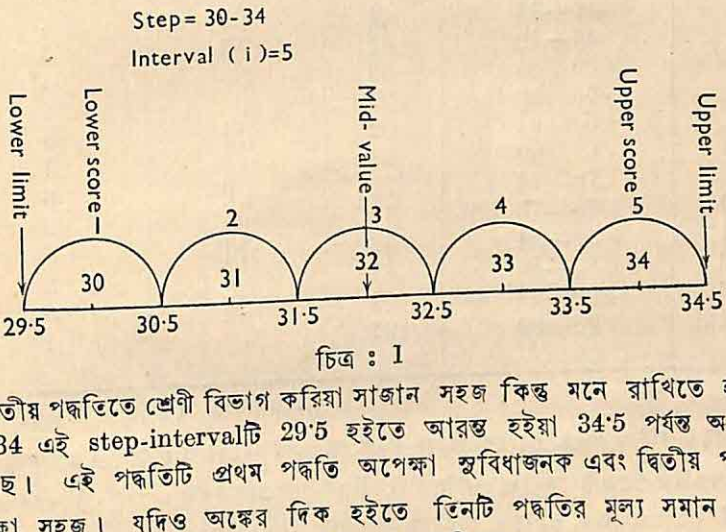
এক্ষেত্রে Step-interval 5 ধরিলে মোট 14টি step-interval হইবে।

Class-interval সাজাইবার তিনটি পদ্ধতি আছে :

প্রথম পদ্ধতি	দ্বিতীয় পদ্ধতি	তৃতীয় পদ্ধতি
30—35	29·5—34·5	30—34
35—40	34·5—39·5	35—39
40—45	39·5—44·5	40—44
45—50	44·5—49·5	45—49
50—55	49·5—54·5	50—54
55—60	54·5—59·5	55—59
60—65	59·5—64·5	60—64
65—70	64·5—69·5	65—69
70—75	69·5—74·5	70—74
75—80	74·5—79·5	75—79
80—85	79·5—84·5	80—84
85—90	84·5—89·5	85—89
90—95	89·5—94 5	90—94
95—100	94·5—99·5	95—99

প্রথম পদ্ধতিতে প্রথম step-interval = 30—35 অর্থাৎ 29·5 হইতে 34·5 পর্যন্ত সমস্ত scoreই এই step-interval-এর মধ্যে পড়িবে। এই পদ্ধতির অসুবিধা এই যে 35 scoreটি আসলে দ্বিতীয় step-interval-এর মধ্যে পড়িবে, কিন্তু ভুলবশতঃ উহা প্রথম step-interval এর মধ্যে পড়িয়া যাইতে পারে।

দ্বিতীয় পদ্ধতিতে step-interval-এর নিম্ন প্রান্ত সীমা ও উচ্চ প্রান্ত সীমা স্পষ্ট ভাবে লেখা হইয়াছে; তাই ভুলের সম্ভাবনা প্রথম পদ্ধতি অপেক্ষা কম কিন্তু পদ্ধতিটি জটিল এবং সময়ও অনেক বেশী লাগে। তাহা ছাড়া 34·5 এই scoreটি আসলে দ্বিতীয় step-interval-এর মধ্যে পড়িবে, কিন্তু ভুলবশতঃ প্রথম step-interval-এর মধ্যে পড়িয়া যাইতে পারে।



চিত্র : 1

তৃতীয় পদ্ধতিতে শ্রেণী বিভাগ করিয়া সাজান সহজ কিন্তু মনে রাখিতে হইবে 30—34 এই step-intervalটি 29·5 হইতে আরম্ভ হইয়া 34·5 পর্যন্ত অগ্রসর হইয়াছে। এই পদ্ধতিটি প্রথম পদ্ধতি অপেক্ষা সুবিধাজনক এবং দ্বিতীয় পদ্ধতি অপেক্ষা সহজ। যদিও অঙ্কের দিক হইতে তিনটি পদ্ধতির মূল্য সমান তবুও কাজের সুবিধার জন্য আমরা তৃতীয় পদ্ধতি গ্রহণ করিলাম।
{ প্রত্যেক step-interval-এর starting value (30, 35, 40, 45, ইত্যাদি) Length of the step-interval (5) দ্বারা বিভাজ্য। }

Length of the step-interval of first step-interval(i) = upper limit—lower limit of the step-interval.

$$= 34{\cdot}5 - 29{\cdot}5 = 5$$

$$\text{Upper limit of 1st step-interval} = \frac{(\text{Upper score of the step}) + (\text{Lower score of the next higher step})}{2}$$

$$= \frac{34+35}{2} = 34{\cdot}5$$

$$\text{Lower limit of 1st step-interval} = \frac{(\text{Lower score of the step}) + (\text{Upper score of the next lower step})}{2}$$

$$= \frac{30+29}{2} = 29{\cdot}5$$

(Grouping of the data into a frequency distribution)

No. of step-interval	Step-interval	Mid-value	Tallies	Frequency f
1	30—34	32	III	3
2	35—39	37	II	2
3	40—44	42	IIII	4
4	45—49	47	~~IIII~~	5
5	50—54	52	IIII	4
6	55—59	57	II	2
7	60—64	62	~~IIII~~ I	6
8	65—69	67	I	1
9	70—74	72	~~IIII~~ I	6
10	75—79	77	II	2
11	80—84	82	~~IIII~~	5
12	85—89	87	III	3
13	90—94	92	~~IIII~~ I	6
14	95—99	97	I	1

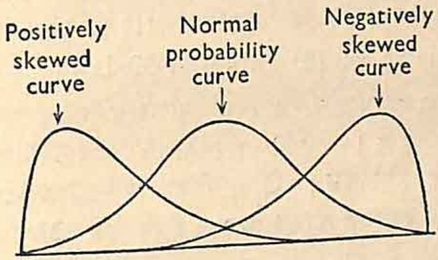
Number of Cases $(N) = 50 = \Sigma f$

প্রত্যেকটি score যে যে step-interval-এর মধ্যে পড়িল সেই সেই step-interval-এ একটি করিয়া দাগ (Tally) দেওয়া হইল। পাঁচটি দাগ একত্রে একটি group করা হইল। দাগগুলি গণিয়া frequency (f) পাওয়া গেল। Frequency সারি দেখিয়া বুঝা যায় কোন্ step-interval-এ কতগুলি score আছে।

Graphical Representations

একটি ছক কাগজে (graph paper) X—axis-এ step-interval গুলি এবং Y—axis-এ (about $\frac{3}{4}$th of X—axis) frequency গুলি স্থাপন (plot) করিয়া প্রত্যেক step-interval-এর Frequency অনুযায়ী বিন্দু স্থাপন করিয়া Frequency Polygon ও Histogram অঙ্কন করা যায়। Frequency Polygon-এ step-interval গুলির মধ্যবিন্দু দিয়া এবং Histogram-এ সমস্ত step-intervalটি উপস্থাপিত করা হয়। Histogramটি Polygon Frequency অপেক্ষা কম নির্ভরযোগ্য।

বহুসংখ্যক আবাছাই করা লোককে (Random Sample) পরীক্ষা করিয়া দেখা যায় যে তাহাদের মধ্যে কোন বিশেষ গুণ (বুদ্ধি, স্মৃতি) অথবা যোগ্যতা (উচ্চতা, ওজন) সম্পন্ন লোক—মন্দ, মাঝারি ও ভাল হিসাবে আছে। অর্থাৎ খুব কম যোগ্যতা সম্পন্ন লোক যেমন অল্প তেমনি খুব বেশী যোগ্যতা সম্পন্ন লোকও অল্প, কিন্তু মাঝারি যোগ্যতা সম্পন্ন লোকের সংখ্যাই সবচেয়ে বেশী। ইহাদিগকে Frequency Polygon-এ উপস্থাপিত করিলে উহা একটা ঘণ্টাকৃতি (Bell shaped) Curve-এ পরিণত হয়। ইহাকে Normal Probability Curve বলে (চিত্র 2)।



চিত্র : ২

কোন পরীক্ষার প্রশ্ন যদি কোনশ্রেণীর পক্ষে খুব কঠিন হয় তবে বেশীর ভাগ ছাত্র নীচের দিকে ভীড় করিবে। অর্থাৎ খুববেশী সংখ্যক ছাত্র কম নম্বর পাইবে এবং খুব অল্প সংখ্যক ছাত্র বেশী নম্বর পাইবে। তাহাদিগকে Frequency polygon-এ উপস্থাপিত করিলে যে curve পাওয়া যাইবে তাহাকে Positively Skewed curve বলে। আর যদি প্রশ্নগুলি ঐ শ্রেণীর উপযোগী হয় তবে কিছু সংখ্যক কম নম্বর পাইবে, কিছু সংখ্যক বেশী নম্বর পাইবে এবং খুববেশী সংখ্যক মাঝারি নম্বর পাইবে। তাহাদিগকে Frequency Polygon-এ উপস্থাপিত করিলে যে curve পাওয়া যাইবে তাহাকে Normal probability curve অথবা Normal curve বলে। আর যদি প্রশ্নগুলি ঐ শ্রেণীর পক্ষে খুব সহজ হয় তবে খুব অল্প সংখ্যক কম নম্বর পাইবে এবং খুব বেশী সংখ্যক বেশী নম্বর পাইবে। তাহাদিগকে Frequency Polygon-এ উপস্থাপিত করিলে যে curve পাওয়া যাইবে তাহাকে Negatively Skewed curve বলে।

CHAPTER II

Measures of Central Tendencies

PROBLEM NO. 1. To find out the Mean (M), Median (Mdn) and Mode of the ages of 10 students from ungrouped data.

Basic Concept :—কোন রাশিমালার কেন্দ্রীয় প্রবণতা (Central tendency) নির্ণয় করিবার তিনটি পদ্ধতি আছে। যথা—(১) গড় (Mean), (২) মধ্যাঙ্ক (Median) এবং (৩) গরিষ্ঠাঙ্ক (Mode)।

কোন রাশিমালার কেন্দ্রীয় প্রবণতা বুঝিবার সর্বাপেক্ষা নির্ভরযোগ্য মান হইতেছে গড় নির্ণয় করা। কোন রাশিমালার একটি বিশেষ মূল্যমান সংখ্যা বুঝিবার জন্যও গড়ের প্রয়োজন। ঐ রাশিমালার যোগফলকে তাহাদের সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিলে যে ভাগফল পাওয়া যায় তাহাকে গড় (Mean) বলে।

ক্রমিক মান অনুসারে সাজান রাশিমালার ঠিক কেন্দ্রস্থ বা মধ্যস্থ মানটিই মধ্যাঙ্ক (Median)।

কোন রাশিমালার মধ্যে যে রাশিটি সর্বাপেক্ষা বেশীবার আবৃত্ত হইয়াছে তাহাকে গরিষ্ঠাঙ্ক বা সংখ্যাগুরুমান (Mode) বলে।

Procedure :—দশজন ছাত্রের বয়স নিম্নে লিখিত হইল :—

18, 18, 17, 18, 16, 18, 19, 20, 19, 21 years.

উপরোক্ত দশটি রাশির গড় বাহির করিবার জন্য রাশিমালার সমষ্টিকে তাহাদের সংখ্যা দ্বারা ভাগ করা হইল।

গড় বাহির করিবার সূত্র $M=\frac{\Sigma X}{N}$ (for ungrouped data)

Arithmetic Meanকে সংক্ষেপে 'M', প্রত্যেক রাশিকে 'X', রাশিগুলির (scores) যোগফলকে ΣX {Σ (sigma) = "the sum of"} এবং তাহাদের সংখ্যাকে (Number of score) 'N' ধরা হইল।

উপরোক্ত ১০টি রাশির যোগফল $\Sigma X=184$ এবং Number of cases (N) = 10, সুতরাং $M=\frac{\Sigma X}{N}=\frac{184}{10}=18{\cdot}4$ years.

উপরোক্ত রাশিগুলির মধ্যাঙ্ক (Median) বাহির করিবার জন্য ক্ষুদ্রতম রাশি হইতে বৃহত্তম রাশি পর্যন্ত ক্রমানুসারে সাজান হইল :—

16, 17, 18, 18, 18, 18, 19, 19, 20, 21.

Formula for Median (for ungrouped data) $= \frac{N+1}{2}$th score.

Number of casesকে সংক্ষেপে N ধরা হয়।

সূত্রানুযায়ী Median (Mdn) $= \frac{10+1}{2} = \frac{11}{2} = 5 \cdot 5$th score.

5·5th scoreটি দুইটি 18-এর মধ্যে পড়িতেছে। সুতরাং ঐ দুইটি 18-এর গড়ই হইবে মধ্যাঙ্ক অর্থাৎ 18 years.

যদি ঐ ১০ জন ছাড়া আরও একজনের বয়স 22 হইত তবে সূত্রানুযায়ী $Mdn = \frac{N+1}{2} = \frac{11+1}{2} = \frac{12}{2} = 6$th score হইত। এই ১১টি রাশির মধ্যে 6th score হইত 18 সুতরাং এক্ষেত্রেও Mdn = 18 years.

উপরোক্ত রাশিমালার মধ্যে দেখা যাইতেছে 18 এই রাশিটি সর্বাপেক্ষা অধিকবার আবৃত্ত হইয়াছে। সুতরাং এক্ষেত্রে গরিষ্ঠাঙ্ক (Crude Mode) = 18 years.

$$\begin{aligned}\text{True Mode} &= 3\ \text{Mdn} - 2\text{M} \\ &= 3 \times 18 - 2 \times 18 \cdot 4 \\ &= 54 - 36 \cdot 8 \\ &= 17 \cdot 2 \text{ years.}\end{aligned}$$

Remarks :—২৫টির কম scores হইলে ungrouped method এবং ২৫টির বেশী measures হইলে grouped method প্রয়োগ করিতে হইবে।

PROBLEM NO. 2. To find out the Mean of the lengths of 50 leaves of a tree by *Long Method.*

Basic Concept :—কোন রাশিমালার যোগফলকে তাহাদের সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিলে যে ভাগফল পাওয়া যায়, তাহাকে গড় (Mean) বলে।

Mean for grouped data $(M) = \frac{\Sigma fX}{N}$, where Σ (sigma) = "the sum of" f = Frequency. X = Mid-value of the step-interval, N = Number of scores.

Materials Required :—50 leaves of a particular tree, centimetre scale, paper & pencil, etc.

Description of a Centimetre scale :—স্কেলটিতে Centimetre-এ দাগ কাটা থাকে। ১০ মিলিমিটারে ১ সেন্টিমিটার হয়।

Procedure :—৫০টি খেজুর পাতার দৈর্ঘ্য Centimetre scale-এ পরিমাপ করিয়া নিম্নে লিখিত হইল।

Table No. 1

No. of Cases	Lengths of leaves in cm.	No. of Cases	Lengths of leaves in cm	No. of Cases	Lengths of leaves in cm	No. of Cases	Lengths of leaves in cm	No. of Cases	Lengths of leaves in cm
1	14·5	11	10·5	21	11	31	20·1**	41	16·2
2	19·5	12	12·5	22	15	32	13·2	42	17·1
3	12·3	13	15·5	23	11·1	33	14·3	43	15·1
4	19·3	14	13·5	24	13·2	34	16·2	44	14·9
5	14·2	15	16·1	25	16·3	35	10·1*	45	13·8
6	16·4	16	14·5	26	15·2	36	11·1	46	12·9
7	12·0	17	16.0	27	13·2	37	12·3	47	15·1
8	16·8	18	12·1	28	14·1	38	14·5	48	16·2
9	17·8	19	15·1	29	I6 2	39	16·9	49	15·5
10	16·5	20	12·5	30	17·2	40	15·5	50	16·2

** Highest score ; * Lowest score.

২৫টির বেশী scores হওয়ায় এক্ষেত্রে grouped methed প্রয়োগ করিতে হইবে।

উপরোক্ত রাশিগুলির মধ্যে Highest score = 20·1 cm. এবং Lowest score = 10·1 cm. সুতরাং Range = Highest score—Lowest score + 1 = 20·1 − 10·1 + 1 = 10 + 1 = 11

Length of the step-interval (i) = 1, or 2, or 3, or 5, or 10, অথবা ১০-এর গুণিতক হইতে পারে এবং number of step-interval ১০ হইতে ২০ পর্যন্ত যে কোন সংখ্যা বিশিষ্ট (ইহার ব্যতিক্রম) হইতে পারে।

Step-interval-এর প্রারম্ভিক বিন্দু অথবা মধ্যবিন্দু step-interval (i) এর গুণিতক হইবে।

(The starting value or mid-value of the step-interval would be multiple of the step-interval.)

সুতরাং এক্ষেত্রে step-interval (i) = 1 ধরিয়া 9·5 − 10·4 প্রথম step এবং সর্বমোট ১১টি step-interval করা হইল।

Units of Measurement of Length (Metre) {and Mass (gram)}.

10 Milli metres = 1 Centi metre
10 Centi „ = 1 Deci „
10 Deci „ = 1 „
10 Metres = 1 Deca „
10 Deca „ = 1 Hecto „
10 Hecto „ = 1 Kilo „

নির্দিষ্ট step-interval-এ প্রত্যেকটি রাশির জন্য একটি করিয়া টিক (Tally) দেওয়া হইল। এইভাবে চারিটি টিক দেওয়া হইলে পঞ্চম টিক দ্বারা পূর্বলিখিত চারটি টিককে আড়াআড়িভাবে কাটা হইল। এইরূপে পাঁচটি টিক লইয়া এক একটি group করা হইল। ইহাতে গণনার সুবিধা হইবে। প্রত্যেক step-interval-এর টিকগুলির যোগফল সেই step-interval-এর frequency (f) হইল।

Mid-value of the first step-interval =

$$\frac{\text{Highest score of the step} + \text{Lowest score of the step}}{2}$$

$$= \frac{9{\cdot}5 + 10{\cdot}4}{2} = \frac{19{\cdot}9}{2} = 9{\cdot}95.$$

উপরোক্ত সূত্রের সাহায্যে প্রত্যেকটি step-interval-এর Mid-value বাহির করা হইল।

Frequency (f)কে Mid-value (X) দ্বারা গুণ করিয়া fX series পাওয়া গেল। এই গুণফলগুলিকে যোগ করিয়া Σf X series পাওয়া গেল। ঐ Σf Xকে number of cases (N) দ্বারা ভাগ করিয়া গড় (Mean) পাওয়া গেল।

Table No. 2

No	Step-interval	Tallies	Frequ-ency	Mid-value	
	i		f	X	fX
1	9·5—10·4	|	1	9·95	9·95
2	10·5—11·4	||||	4	10·95	43·8
3	11·5—12·4	||||	4	11·95	47·8
4	12·5—13·4	𝍸 |	6	12·95	77·7
5	13·5—14·4	𝍸	5	13·95	69·75
6	14·5—15·4	𝍸 |||	8	14·95	119·6
7	15·5—16·4	𝍸 𝍸 |||	13	15·95	207·35
8	16·5—17·4	𝍸	5	16·95	84·75
9	17·5—18·4	|	1	17·95	17·95
10	18·5—19·4	|	1	18·95	18·95
11	19·5—20·4	||	2	19·95	39·95
			$\Sigma f = 50 = N$		$737{\cdot}50 = \Sigma f X$

Calculation :—

$$\text{Mean (M}, = \frac{\Sigma f\text{x}}{\text{N}} = \frac{737{\cdot}50}{50} = 14{\cdot}75 \text{ cms.}$$

Conclusion :—৫০টি খেজুর পাতার গড় দৈর্ঘ্য = 14·75 cms.

PROBLEM NO. 3. To find out the Mean of the lengths of 50 leaves of a particular tree by *Short Method.*

Basic Concept :—Mean (M) = Assumed Mean (M′) + $\frac{\Sigma fx'}{\text{N}} \times i$ where Σ(sigma) = "the sum of", f = Frequency, x' = Deviation from the Assumed Mean in terms of step-intervals, N = Number of scores, i = Length of step-interval.

Materials Required :—Same as in the Problem No. 2

Procedure :—পূর্বলিখিত Problem No. 2 অনুযায়ী ৫০টি খেজুর পাতার দৈর্ঘ্যকে মাপিয়া group করা হইল। Grouped dataকে নিম্নলিখিতভাবে লেখা হইল।

Frequency column-এ মাঝামাঝি স্থানে যে step-interval-এ অপেক্ষাকৃত বড় Frequency আছে সেই step-interval-এর Mid-valueকে M′ এবং $x'=0$ শূন্য ধরিয়া lower scoreএর দিকে যথাক্রমে −1, −2, −3, −4, −5, এবং Higher scoreগুলিকে যথাক্রমে +1, +2, +3, +4, +5, ধরিয়া x' column লেখা হইল। এই x'এর সহিত f গুণ করিয়া fx' column লেখা হইল। Algebrically fx' columnকে যোগ করিয়া $\Sigma fx'$ পাওয়া গেল।

সূত্রানুযায়ী Mean by Short Method নিম্নলিখিতভাবে বাহির করা হইল।

Result :—

Table No. 3

No.	Step-interval	Frequency		
		f	x'	fx'
1	9·5—10·4	1	−5	−5
2	10·5—11·4	4	−4	−16
3	11·5—12·4	4	−3	−12
4	12·5—13·4	6	−2	−12
5	13·5—14·4	5	−1	−5
				(−50)
6	14·5—15·4	(8)	0	0
7	15·5—16·4	13	+1	13
8	16·5—17·4	5	+2	10
9	17·5—18·4	1	+3	3
10	18·5—19·4	1	+4	4
11	19·5—20·4	2	+5	10
		$\Sigma f = 50$ $= N$		(40) −10 $= \Sigma fx'$

Mid-value of a step-interval =

$$\frac{\text{Upper score} + \text{Lower score of the step-interval}}{2}$$

$$= \frac{15{\cdot}4 + 14{\cdot}5}{2} = \frac{29{\cdot}9}{2} = 14{\cdot}95 \text{ cms.}$$

Upper limit of a step-interval =

$$\frac{\text{Upper score of the step-interval} + \text{Lower score of the next higher step-interval}}{2}$$

$$= \frac{15{\cdot}4 + 15{\cdot}5}{2} = \frac{30{\cdot}9}{2} = 15{\cdot}45 \text{ cms.}$$

Lower limit of a step-interval =

$$\frac{\text{Lower score of the step-interval} + \text{Upper score of the next lower step-interval}}{2}$$

$$= \frac{14{\cdot}5 + 14{\cdot}4}{2} = \frac{28{\cdot}9}{2} = 14{\cdot}45 \text{ cms.}$$

Length of the step-interval (i) = Upper limit of the step-interval − Lower limit of the step-interval = 15·45 − 14·45 = 1

Mean (M) = Assumed Mean (M′) + $\frac{\Sigma fx'}{N} \times i$

$$= 14{\cdot}95 + \frac{40-50}{50} \times 1$$

$$= 14{\cdot}95 + \frac{-10}{50} \times 1 = 14{\cdot}95 + (-{\cdot}2) \times 1 = 14{\cdot}95 - {\cdot}2 = 14{\cdot}75 \text{ cms.}$$

Conclusion :—৫০টি খেজুরপাতার দৈর্ঘ্য Short Methodএর সাহায্যে গড় (Mean) নির্ণয় করিয়া দেখা গেল 14·75 cms.

PROBLEM NO. 4. To find out the Median of the lengths of 50 leaves of a particular tree from grouped data.

Basic Concept :—ক্রমিক মান অনুসারে সাজান রাশিমালার ঠিক কেন্দ্রস্থ বা মধ্যস্থ মানটিই মধ্যাঙ্ক (Median)।

Formula for Median for grouped data—

$$\text{Median (Mdn)} = l + \left(\frac{\frac{N}{2} - F}{fm} \right) \times i \quad \text{where,}$$

(a) l = যে শ্রেণীব্যবধানে মধ্যাঙ্ক পড়ে তাহার নিম্নপ্রান্ত,

l = lower limit of the step-interval upon which the median lies,

(b) $\frac{N}{2}$ = মোট পরিসংখ্যার অর্ধেক,

$\frac{N}{2}$ = One-half the total number of Scores.

(c) F = "l" এর নীচের শ্রেণীব্যবধানগুলিতে যতগুলি পরিসংখ্যা আছে তাহার যোগফল,

F = Sum of the scores on all intervals below 'l',

(d) fm = যে শ্রেণী ব্যবধানে মধ্যাঙ্ক পড়ে সেই শ্রেণী ব্যবধানটির পরিসংখ্যা,

fm = Frequency (number of scores) within the step-interval on which the Median falls.

(e) i = শ্রেণী ব্যবধানের দৈর্ঘ্য।

i = Length of the step-interval,

Materials required :—Same as in the Problem No, 2.

Procedure :—পূর্বলিখিত Problem No. 2 অনুযায়ী ৫০টি খেজুর পাতার দৈর্ঘ্যকে group করা হইল। Lowest step-interval হইতে frequencyগুলি

যোগ করিয়া (1+4+4+6+5+8=28) দেখা গেল $\frac{N}{2}-\frac{50}{2}=25$ হইতেছে 14·5 – 15·4 এই step-intervalএর অন্তর্গত। সুতরাং এই step-intervalএর মধ্যে Median পড়িবে।

এই সূত্রানুযায়ী ৫০টি খেজুর পাতার দৈর্ঘ্যের Median নিম্নলিখিতভাবে বাহির করা হইল।

Result :—
Table No. 4

No.	Step-interval	Frequency f
1	9·5 — 10·4	1
2	10·5 — 11·4	4
3	11 5 — 12·4	4
4	12·5 — 13·4	6
5	13·5 — 14·4	5
		20 = F
6	14·5 — 15·4	8 = fm
7	15·5 — 16·4	13
8	16·5 — 17·4	5
9	17·5 — 18·4	1
10	18·5 — 19·4	1
11	19 5 — 20·4	2
		$\Sigma f=50$ = N

Upper limit of a step-interval =

$$=\frac{\text{Upper score of the step-interval} + \text{Lower score of the next higher step-interval}}{2}$$

$$=\frac{15{\cdot}4+15{\cdot}5}{2}=\frac{30{\cdot}9}{2}=15{\cdot}45 \text{ cms.}$$

Lower limit of a step-interval =

$$=\frac{\text{Lower score of the step-interval} + \text{Upper score of the next lower step-interval}}{2}$$

$$=\frac{14{\cdot}5+14{\cdot}4}{2}=\frac{28{\cdot}9}{2}=14{\cdot}45 \text{ cms.}$$

Length of the Step-interval (i)
= Upper limit of the step-interval – Lower limit of the step-interval

$= 15{\cdot}45 - 14{\cdot}45 = 1$

$\frac{N}{2} = \frac{50}{2} = 25$

$F = 5 + 6 + 4 + 4 + 1 = 20$

$fm = 8$

$$\text{Mdn} = l + \left(\frac{\frac{N}{2} - F}{fm} \right) \times i = 14{\cdot}45 + \frac{25 - 20}{8} \times 1 = 14{\cdot}45 + \frac{5}{8} \times 1$$

$$= 14{\cdot}45 + {\cdot}62 = 15{\cdot}07 \text{ cms.}$$

Conclusion :—৫০টি খেজুর পাতার দৈর্ঘ্যের Median (grouped data) $= 15{\cdot}07$ cms.

PROBLEM NO. 5. To find out the Mode of the lengths of 50 leaves of a particular tree from Grouped data.

Basic concept :—যে step-intervalএর মধ্যে frequency সর্বাপেক্ষা বড় সেই step-intervalএর Mid-valueকে group রাশিমালার গরিষ্ঠাঙ্ক বা সংখ্যা গুরুমান (Mode) বলা হয়।

Materials required:—Same as in Problem No. 2

Procedure :—পূর্বলিখিত Problem No. 2 অনুযায়ী ৫০টি খেজুর পাতার দৈর্ঘ্যকে group করা হইল। দেখা গেল 15·5 – 16·4 এই step-intervalএর মধ্যে গরিষ্ঠ frequency (13) রহিয়াছে। সুতরাং সূত্রানুযায়ী ঐ step-intervalএর Mid-valueই গরিষ্ঠাঙ্ক বা সংখ্যা গুরুমান (Mode)।

Result :—

Table same as in the Problem No. 2.

Calculation :—Mid-Value of the step-interval which contains the greatest frequency (13)

$$= \frac{\text{Upper score} + \text{Lower score of the step interval}}{2}$$

$$= \frac{16{\cdot}4 + 15{\cdot}5}{2} = \frac{31{\cdot}9}{2} = 15{\cdot}95 \text{ cms.}$$

Crude Mode $= 15{\cdot}95$ cms.

True Mode $= 3\ \text{Mdn} - 2\text{M} = 3 \times 15{\cdot}07 - 2 \times 14{\cdot}75$

$= 45{\cdot}21 - 29{\cdot}50 = 15{\cdot}71$ cms.

(The Value of M & Mdn are taken from the previous Problem No. 2 & 4)

Conclusion :—৫০টি খেজুর পাতার দৈর্ঘ্যের Mode (crude) $= 15{\cdot}95$ cms.

CHAPTER III

Measures of Variability

PROBLEM NO. 6. To find out the Average Deviation of the ages of 10 students from ungrouped data.

Procedure :—নিম্নে দশজন ছাত্রের বয়স লেখা হইল। তাহাদের বয়সের গড় হইতে প্রত্যেকের বয়সের পার্থক্য বাহির করা হইল এবং উহাকে Deviation from the Mean সংক্ষেপে x বলে। ঐ পার্থক্যগুলির গড়কে Average Deviation (AD) অথবা Mean Variation (MV) বলা হয়।

Result :—Table No. 5

No. of Cases	Ages of students in years X	Deviation from the Mean $x=X-M$
1	18	$-\cdot4$
2	18	$-\cdot4$
3	17	$-1\cdot4$
4	18	$-\cdot4$
5	16	$-2\cdot4$
6	18	$-\cdot4$
7	19	$\cdot6$
8	20	$1\cdot6$
9	19	$\cdot6$
10	21	$2\cdot6$
	$\Sigma X=184$	$\Sigma x=10\cdot8$ (Neglecting the value of Algebraic signs)

$$M=\frac{\Sigma X}{N}=\frac{184}{10}=18\cdot4 \text{ years}$$

$$\text{Average Deviation (AD)} =\frac{\Sigma x}{N}=\frac{10\cdot8}{10}=1\cdot08 \text{ years}$$

Conclusion :—এক্ষেত্রে দশজনের বয়সের Average Deviation (AD) $=1\cdot08$ years.

PROBLEM NO. 7. To find out the Standard Deviation of the ages of 10 students from ungrouped data.

Procedure :—প্রথমে দশজনের বয়সের গড় নির্ণয় করা হইল এবং এই গড় হইতে প্রত্যেকের বয়সের পার্থক্য (Deviation from the Mean) বাহির করা হইল এবং ইহাকে x ধরা হইল। পরে এই xএর বর্গ করা হইলে x^2 পাওয়া গেল।

x^2 গুলিকে যোগ করিয়া যোগফলকে Σx^2 ধরা হইল। Σx^2কে number of cases (N) দ্বারা ভাগ করিয়া তাহার বর্গমূল নির্ণয় করা হইল। এই বর্গমূলকে Standard Deviation (SD) $=\sigma$ (sigma) বলা হয়।

Table No. 6

No. of Cases	Ages of students in years X	Deviation from the Mean $x=(X-M)$	x^2
1	18	$-\cdot4$	·16
2	18	$-\cdot4$	·16
3	17	$-1\cdot4$	1·96
4	18	$-\cdot4$	·16
5	16	$-2\cdot4$	5·76
6	18	$-\cdot4$	·16
7	19	·6	·36
8	20	1·6	2·56
9	19	·6	·36
10	21	2·6	6·76
	$\Sigma X=184$		18·40 (Considering the value of Algebraic signs)

$$\text{Mean}=\frac{\Sigma X}{N}=\frac{184}{10}-18\cdot4 \text{ years}$$

Standard ∠ Deviation $(SD)=\sigma\,(\text{sigma})=\sqrt{\frac{\Sigma x^2}{N}}=\sqrt{\frac{18\cdot4}{10}}=\sqrt{1\cdot84}$

$=1\cdot36$ years.

Conclusion :—দশজনের বয়সের Standard Deviation $=1\cdot36$ years

Remarks :—Average Deviationএর ক্ষেত্রে Algebraic signsএর মূল্য গণ্য করা হয় না, কিন্তু Standard Deviationএর ক্ষেত্রে Algebraic signsএর মূল্য গণ্য করা হয়। সেজন্য Average Deviation অপেক্ষা Standard Deviation অধিক নির্ভরযোগ্য।

PROBLEM NO. 8. To find out the Average Deviation from the scores obtained by forty students in an Intelligence Test.

Procedure :—পূর্বলিখিত নিয়মানুযায়ী scoresগুলিকে group করিয়া Mean (M) বাহির করা হইল। প্রত্যেক step-intervalএর Mid-value (X) হইতে Mean (M) এর পার্থক্য x নির্ণয় করা হইল। প্রত্যেক Frequency (f)এর সহিত x দ্বারা গুণ করিয়া *fx column* করা হইল। এই গুণফলগুলির Algebraic signsএর মূল্য অগ্রাহ্য করিয়া তাহাদিগকে যোগ করা হইল এবং এই যোগফল Σfxকে Number of cases (N) দ্বারা ভাগ করিয়া Average Deviation পাওয়া গেল।

Table No. 7

No.	Step-interval	Frequency f	Mid-value X	fX	x = X − M	fx
1	120—122	2	121	242	15	30
2	117—119	2	118	236	12	24
3	114—116	2	115	230	9	18
4	111—113	4	112	448	6	24
5	108—110	5	109	545	3	15
6	105—107	9	106	954	0	0
7	102—104	6	103	618	−3	−18
8	99—101	3	100	300	−6	−18
9	96—98	4	97	388	−9	−36
10	93—95	2	94	188	−12	−24
11	90—92	1	91	91	−15	−15
		$\Sigma f = 40 = N$		4240 $= \Sigma f$X		222 $= \Sigma fx$

(Neglecting the value of Algebraic signs)

$$\text{Mean (M)} = \frac{\Sigma f\text{X}}{\text{N}} = \frac{4240}{40} = 106 \text{ I.Q.}$$

$$\text{Average Deviation} = \frac{\Sigma f^2 x}{\text{N}} = \frac{222}{40} = 5{\cdot}55 \text{ I.Q.}$$

Conclusion :—এক্ষেত্রে ৪০টি scoresএর Average Deviation = 5·55 I.Q.

PROBLEM NO. 9. To calculate the Standard Deviation from the scores obtained by forty students in an Intelligence Test by *Long Method.*

Procedure :—পূর্বলিখিত নিয়মানুযায়ী scoresগুলিকে group করিয়া Mean (M) বাহির করা হইল। প্রত্যেক step-intervalএর Mid-value (X) হইতে Mean (M) এর পার্থক্য x নির্ণয় করা হইল। প্রত্যেকটি xএর বর্গ করিয়া x^2 পাওয়া গেল। Frequency (f)এর সহিত x^2 গুণ করিয়া fx^2 series পাওয়া গেল। এই গুণফলগুলি যোগ করিয়া Σfx^2 নির্ণয় করা হইল। এই যোগফল (Σfx^2) কে Number of Cases (N) দ্বারা ভাগ করিয়া ভাগফলের বর্গমূল নির্ণয় করা হইল। এই বর্গমূলকেই Standard Deviation (SD) = σ (sigma) বলা হয়।

Table No. 8

No.	Step-interval	Frequency f	Mid-value X	$f.$ X	$x=$ X $-$ M	x^2	fx^2
1	120—122	2	121	242	15	225	450
2	117—119	2	118	236	12	144	288
3	114—116	2	115	230	9	81	162
4	111—113	4	112	448	6	36	144
5	108—110	5	109	445	3	9	45
6	105—107	9	106	954	0	0	0
7	102—104	6	103	618	-3	9	54
8	99—101	3	100	300	-6	36	108
9	96—98	4	97	388	-9	81	324
10	93—95	2	94	188	-12	144	288
11	90—92	1	91	91	-15	225	225
		$\Sigma f=40$ $=$ N		4240 $=\Sigma f$X			2088 $=$ Σfx^2

$$\text{Mean}=(\text{M})-\frac{\Sigma f\text{X}}{\text{N}}=\frac{4240}{40}=106 \text{ I.Q.}$$

$$\text{Standard Deviation (SD)}=\sigma \text{ (sigma)}=\sqrt{\frac{\Sigma f.x^2}{\text{N}}}=\sqrt{\frac{2088}{40}}$$

$$=\sqrt{52{\cdot}2}=7{\cdot}22 \text{ I.Q.}$$

Conclusion :—এক্ষেত্রে ৪০টি scoresএর Standard Deviation (by Long Method) $=7{\cdot}22$. I.Q.

PROBLEM NO. 10. To Calculate the Standard Deviation by Short Method from the scores obtained by forty students in an Intelligence Test.

Procedure :—পূর্বলিখিত নিয়মানুযায়ী ৪০টি scoresকে group করিয়া Frequency (f) এবং Mid-value (X) নির্ণয় করা হইল। Step-interval গুলির মধ্যস্থলে যে step-intervalএ সবচেয়ে বড় Frequency আছে সেই step-intervalকে 0 শূন্য ধরিয়া lower step-intervalগুলিকে ক্রমানুসারে -1, -2, -3, -4, -5 এবং higher step-intervalগুলিকে ক্রমানুসারে 1, 2, 3, 4, 5, ধরিয়া x' column লেখা হইল। প্রত্যেক Frequency (f)এর সহিত প্রত্যেক x' এর গুণ করিয়া fx column লেখা হইল। fx' columnএর সহিত x' গুণ করিয়া fx'^2 column পাওয়া গেল। fx'^2 columnটি যোগ করিয়া $\Sigma fx'^2$ নির্ণয় করা হইল। $\Sigma fx'^2$কে Number of cases দ্বারা ভাগ করা হইল।

fx' columnকে algebraically যোগ করিয়া $\Sigma fx'$ পাওয়া গেল। $\Sigma fx'$কে Number of cases (N) দ্বারা ভাগ করিয়া ভাগফলের বর্গ করা হইল।

$\Sigma fx'^2$কে Number of cases (N) দ্বারা ভাগ করিয়া যে ভাগফল পাওয়া গিয়াছিল সেই ভাগফল হইতে এই বর্গটি বিয়োগ করিয়া বিয়োগফলের বর্গমূল করিয়া step-interval (i) দ্বারা গুণ করিয়া Standard Deviation by Short Method নির্ণয় করা হইল।

Table No. 9

No.	Step-interval	Frequency f	Mid-value X	x'	fx'	fx'^2
1	120—122	2	121	5	10	50
2	117—119	2	118	4	8	32
3	114—116	2	115	3	6	18
4	111—113	4	112	2	8	16
5	108—110	5	109	1	5	5
					(37)	
6	105—107	(9)	106	0	0	0
7	102—104	6	103	−1	−6	6
8	99—101	3	100	−2	−6	12
9	96—98	4	97	−3	−12	36
10	93—95	2	94	−4	−8	32
11	90—92	1	91	−5	−5	25
		$\Sigma f = 40 = N$			(−37)	$232 = \Sigma fx'^2$

Standard Deviation (SD) (By Short Method $= \sigma = i \sqrt{\frac{\Sigma fx'^2}{N} - \left(\frac{\Sigma fx'}{N}\right)^2}$

$$= 3\sqrt{\frac{232}{40} - \left(\frac{37-37}{40}\right)^2} = 3\sqrt{5{\cdot}8 - \left(\frac{0}{40}\right)^2}$$

$= 3\sqrt{5{\cdot}8} = 3 \times 2{\cdot}41 = 7{\cdot}23$ I.Q.

Conclusion :—৪০টি scores এর Standard Deviation by Short Method = 7·23 I.Q.

CHAPTER IV

Correlation

PROBLEM NO. 11. To calculate the Co-efficient of correlation of heights and weights of ten students by Rank Difference Method.

Procedure :—দশজনের উচ্চতা ও ওজন পর পর এবং পাশাপাশি লেখা হইল। উচ্চতা ও ওজনগুলি যথাক্রমে X ও Y symbol দিয়া ক্রমানুসারে (Ranking) লেখা হইল। X ও Yএর মধ্যে পার্থক্যকে D ধরা হইল। প্রত্যেক পার্থক্যকে বর্গ করিয়া D^2 নির্ণয় করা হইল। এই বর্গগুলিকে যোগ করিয়া ΣD^2 পাওয়া গেল। এই যোগফল ΣD^2কে 6 দ্বারা গুণ করিয়া $6\Sigma D^2$ নির্ণয় করা হইল। $1-6\Sigma D^2$কে $N(N^2-1)$ (where N = Number of scores) দ্বারা ভাগ করিয়া যে ভাগফল পাওয়া গেল তাহাকে Co-efficient of Correlation by Rank Difference Method বলা হয়। এই Correlationকে Spearman's ρ (rho) বলা হয়।

Table No. 10

No. of Cases	Heights in inches	Weights in pounds	Ranking			
	X	Y	X	Y	$D = X \sim Y$	D^2
1	62	94	8	5	3	9
2	69	97	2	3	1	1
3	67	90	4	7	3	9
4	61	81	9	9	0	0
5	66	78	5	10	5	25
6	60	82	10	8	2	4
7	63	95	7	4	3	9
8	68	98	3	2	1	1
9	70	102	1	1	0	0
10	64	91	6	6	0	0
						$58 = \Sigma D^2$

Calculation :—Co-efficient of correlation by Rank Difference Method = Spearman's ρ (rho)

$$= 1 - \frac{6\Sigma D^2}{N(N^2-1)} = 1 - \frac{6 \times 58}{990}$$

$$= 1 - \cdot 35 = 0 \cdot 65.$$

Conclusion :—দশজন ছাত্রের উচ্চতা ও ওজনের co-efficient of correlation by Rank Difference Method $= 0{\cdot}65 = \rho$.

Remarks :—

1·0 Perfect positive correlation {Most dependable relationship and traits vary directly.}

·9 Very high Correlation ; very dependable relationship.

·8, ·7 } High correlation ; marked relationship.

·6, ·5 } Moderate correlation ; substantial relationship.

·4, ·3 } Low correlation ; definite but small relationship.

·2, ·1 } Slight correlation ; almost negligible relationship.

0 No correlation and no relationship between the traits.

−·1, −·2 } Slight correlation ; almost negligibie relationship.

−·3, −·4 } Low correlation ; definite but small relationship.

−·5, −·6 } Moderate correlation ; substantial relationship.

−·7, −·8 } High correlation ; marked relationship.

−·9 Very high correlation ; very dependable relationship.

−1·0 Perfect negative correlation {Most dependable relationship and traits vary inversely.}

$\rho = +1$ হইলে যাহাদের উচ্চতা বেশী তাহাদের ওজনও বেশী বলা যাইত। $\rho = -1$ হইলে যাহাদের উচ্চতা বেশী তাহাদের ওজন কম ইহা বলা যাইতে পারিত।

কিন্তু $\rho = 0{\cdot}65$ Positive High correlation হওয়ায় এই কথা বলা যাইতে পারে যে যাহাদের উচ্চতা বেশী তাহাদের ওজন প্রায় ক্ষেত্রে বেশী, কিন্তু ইহার ব্যতিক্রমও হইতে পারে। অর্থাৎ এই উচ্চতা ও ওজনের মধ্যে Marked relationship আছে।

CHAPTER V

Methods of Graphical Representation of Frequency Distribution

1. Frequency Polygon.
2. Histogram or column diagram.
3. Cumulative Frequency graph.
4. Cumulative Percentage Curve or Ogive.

PROBLEM NO. 12. Take fifty leaves of one particular tree. Measure their length in Centimetres. Represent the measures in a frequency polygon (and in a Histogram). H.S. 1960 & 1961

Procedure :—

Ans. ৫০টি খেজুর পাতার দৈর্ঘ্য Centimetre scaleএর সাহায্যে পরিমাপ করিয়া নিম্নে লিখিত হইল।

Table No. 11.

No. of obs.	Lengths of leaves in cm.	No. of obs.	Lengths of leaves in cm.	No. of obs.	Lengths of leaves in cm.	No. of obs.	Lengths of leaves in cm.	No. of obs.	Lengths of leaves in cm.
1	14·5	11	10·5	21	11	31	20·1 **	41	16·2
2	19·5	12	12·5	22	15	32	13·2	42	17·1
3	12·3	13	15·5	23	11·1	33	14·3	43	15·1
4	19·3	14	13·5	24	13·2	34	16·2	44	14·9
5	14·2	15	16·1	25	16·3	35	10·1 *	45	13·8
6	16·4	16	14·5	26	15·2	36	11·1	46	12·9
7	12·0	17	16·0	27	13·2	37	12·3	47	15·1
8	16·8	18	12·1	28	14·1	38	14·5	48	16·2
9	17·8	19	15·1	29	16·2	39	16·9	49	15·5
10	16·5	20	12·5	30	17·2	40	15·5	50	16·2

* Lowest score ** Highest score

Scoreএর সংখ্যা ২৫এর অধিক হওয়ায় grouped method প্রয়োগ করা হইল।

উপরোক্ত রাশিগুলির মধ্যে highest score = 20·1 cm. এবং lowest score = 10·1 cm.

সুতরাং Range = Highest score − Lowest score + 1

$= 20{\cdot}1 - 10{\cdot}1 + 1$

$= 10 + 1$

Length of the Step-interval, 1, or 2, or 3, or 5, or 10, অথবা ১০এর গুণিতক হইতে পারে এবং number of steps ১০ হইতে ২০পর্যন্ত যে কোন সংখ্যা-বিশিষ্ট হইতে পারে।

Step-intervalএর প্রারম্ভিক বিন্দু অথবা মধ্যবিন্দু Length of the step-interval (i) এর গুণিতক হইবে।

(The starting value or mid-value of the step-interval must be multiple of the step-interval.)

সুতরাং এক্ষেত্রে Length of step-interval $(i) = 1$ ধরিয়া $9{\cdot}5 - 10{\cdot}4$ প্রথম step ও এইভাবে সর্বমোট ১১টি step করা হইল।

প্রত্যেকটি রাশির জন্য নির্দিষ্ট step-intervalএ একটি করিয়া টিক (tally) দেওয়া হইল। এইভাবে চারিটি টিক দেওয়া হইল। পঞ্চম টিক দ্বারা পূর্বলিখিত চারিটি টিককে আড়াআড়িভাবে কাটা হইল। এইরূপে পাঁচটি করিয়া টিক লইয়া এক একটি group করা হইল। প্রত্যেক step-intervalএর টিকগুলির যোগফল এই step-intervalএর frequency (f) হইল।

$$\text{Mid-value of a step-interval} = \frac{\text{Highest score} + \text{Lowest score of the step-interval}}{2}$$

উপরোক্ত সূত্রের সাহায্যে প্রত্যেক step-intervalএর mid-value বাহির করা হইল।

নিম্নলিখিত নিয়মানুযায়ী ৫০টি খেজুরপাতার দৈর্ঘ্যের সাহায্যে একটি Frequency Polygon ও একটি Histogram ছক কাগজে অঙ্কন করা হইল।

(১) একটি বড় ছক কাগজের উপর দুইটি সরলরেখা পরস্পরের সহিত লম্বভাবে অঙ্কিত করা হইল। উল্লম্ব রেখাটি (Y-axis) কাগজের বামদিকের প্রান্তসীমার দিকে এবং আনুভৌমিক রেখাটি (X-axis) কাগজের নীচের প্রান্তসীমার কাছাকাছি অঙ্কিত করা হইল। O বিন্দুতে ঐ রেখাটি পরস্পর মিলিত হইল। এই OXই X-axis এবং OYই Y-axis হইল।

(২) X-axis দিয়া step-intervalগুলি সমান সমান পর্বে গণিয়া যাওয়া হইল। নিম্নতম রাশিযুক্ত step-intervalএর নিম্নসীমা হইতে আরম্ভ করিয়া ক্রমশঃ উচ্চতর step-intervalএর নিম্নসীমা পর্বে পর্বে ডানদিকে লেখা হইল। উচ্চতম রাশিযুক্ত step-intervalএর উচ্চ সীমা পর্যন্ত লেখা হইল।

(৩) Y-axis বাহিয়া প্রত্যেক step-intervalএর Frequencyগুলি গণিয়া যাওয়া হইল। Y-axisএর একক (unit) এমনভাবে ঠিক করিতে হইবে যাহাতে

উচ্চতম Frequencyর শৃঙ্গটি সমগ্র X-axisএর ৬০% হইতে ৭৫% হইবে। (অর্থাৎ X-axisতে ১০০টি small squares লইলে Y-axisতে কমপক্ষে ৬০টি ও অধিকপক্ষে ৭৫টি small squres লইতে হইবে।)

(৪) X-axis বাহিয়া প্রত্যেক step-intervalএর মধ্য বিন্দু হইতে ঠিক লম্ব-ভাবে Yএর দূরত্ব অনুসারে বিন্দু স্থাপন করা হইল।

(৫) স্থাপিত বিন্দুগুলি সরলরেখা দ্বারা যোগ করা হইল।

(৬) Frequency Polygonএর ক্ষেত্রে X-axisএর নিম্নতম step-intervalএর নিম্নের একটি step-interval ও উচ্চতম step-intervalএর উচ্চে একটি step-interval লেখা হইল। এই দুইটি step-intervalএর কোন frequency না থাকায় শূন্য 0 ধরা হইল এবং ঐ দুইটি step-intervalএর মধ্য বিন্দু যোগ করিয়া একটি পরিসংখ্যা বহুভুজ (Frequency Polygon) অঙ্কন করা হইল।

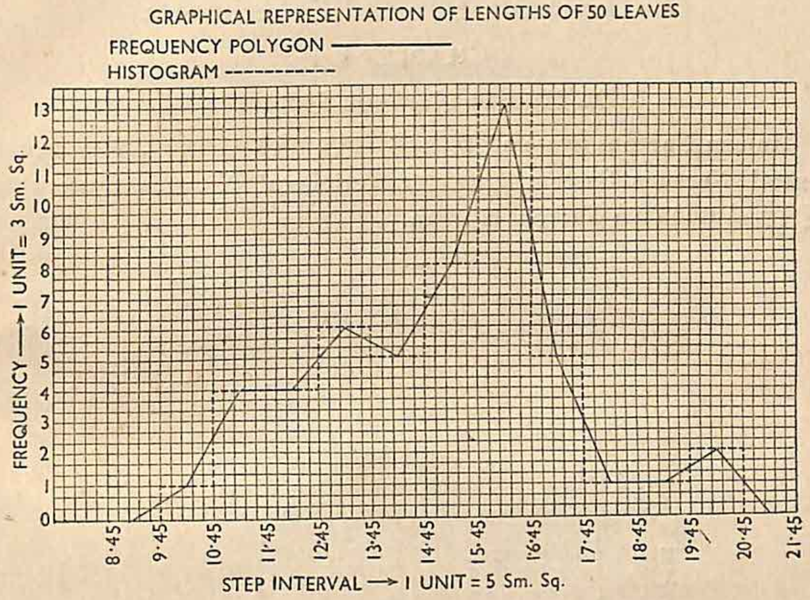
Column diagram or (Histogram) :—পরিসংখ্যা (Frequency) গুলিকে স্তম্ভ বা আয়তক্ষেত্র জাতীয় ছবি দ্বারা প্রকাশ করিয়া একটি আয়তক্ষেত্র (Histogram) অঙ্কন করা হইল।

ইহাতে এক একটি step-intervalকে এক একটি আয়তক্ষেত্রের ভূমি হিসাবে কল্পনা করিয়া বিভিন্ন step-intervalএর পরিসংখ্যা (Freqnency)কে ঐ আয়তক্ষেত্রের উচ্চতা হিসাবে কল্পনা করা হইল। ঐ আয়তক্ষেত্রগুলিকে প্রথম step-intervalএর নিম্নসীমা (lower limit of the first step-interval) হইতে আরম্ভ করিয়া ডানদিকে গায়ে গায়ে সাজান হইল এবং সর্বশেষ step-intervalএর উচ্চ সীমা (upper limit of the last step-interval) পর্যন্ত অঙ্কন করা হইল।

Table No. 12

No. of steps	Step-interval	Tally	Frequency f	Mid-value X
1	9·5—10·4	l	1	9·95
2	10·5—11·4	llll	4	10·95
3	11·5—12·4	llll	4	11·95
4	12·5—13·4	~~llll~~ l	6	12·95
5	13·5—14·4	~~llll~~	5	13·95
6	14·5—15·4	~~llll~~ lll	8	14·95
7	15·5—16·4	~~llll~~ ~~llll~~ lll	13	15·95
8	16·5—17·4	~~llll~~	5	16·95
9	17·5—18·4	l	1	17·95
10	18·5—19·4	l	1	18·95
11	19·5—20·4	ll	2	19·95
			$\Sigma f = 50 = N$	

GRAPH. 1. Graphical representation of the length of 50 leaves of a tree :—Frequency Polygon and Histogram.



Remarks :— Frequency Polygonএ একটি step-intervalএর অন্তর্গত সমস্ত রাশিগুলিকেই সেই step-intervalএর মধ্যবিন্দু (Mid-value) দিয়া প্রকাশ করা হয়। কিন্তু Histogramএর ক্ষেত্রে step-intervalএর অন্তর্গত সমস্ত রাশিগুলিকে সেই step-interval দিয়া প্রকাশ করা হয় এবং ধরিয়া লওয়া হয় যে, ঐ step-intervalএর অন্তর্গত সমস্ত রাশিগুলি ঐ পর্বটুকুর মধ্যে সমানভাবে ছড়াইয়া আছে। এইজন্য যদিও আয়তনে উভয়েই সমান তবুও Frequency Polygonকে উৎকৃষ্টতর graphical method বলা হয়।

এই পরীক্ষাটিতে দেখা যাইতেছে যে, অপেক্ষাকৃত কম দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট পাতার সংখ্যা এবং অপেক্ষাকৃত বেশী দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট পাতার সংখ্যা অপেক্ষাকৃত কম, কিন্তু মাঝারি দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট পাতার সংখ্যা অপেক্ষাকৃত অধিক।

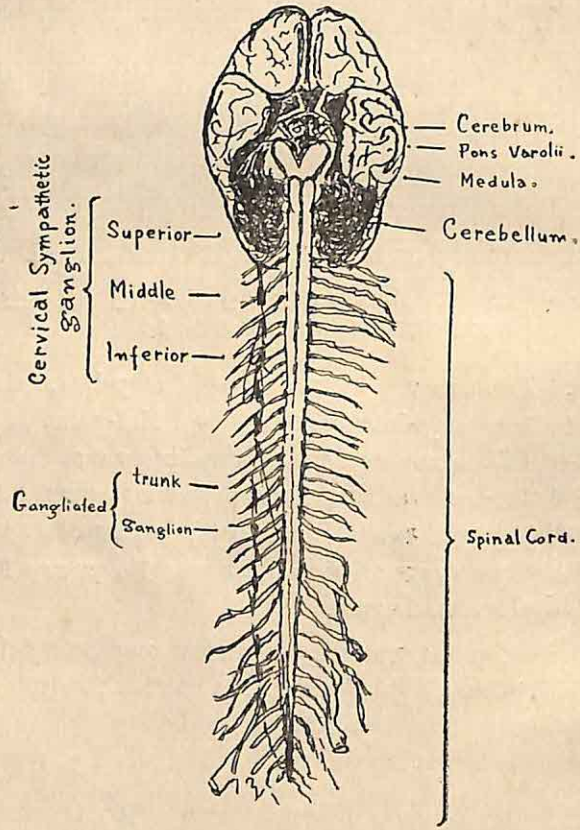
PART II

On Demonstration and Experiments

CHAPTER I

On Human Nervous System

Human Nervous System-কে তিনটি ভাগে বিভক্ত করা যায়। প্রথমত; Central Nervous System, দ্বিতীয়তঃ Peripheral Nervous System ও তৃতীয়তঃ Autonomic Nervous System.



THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM

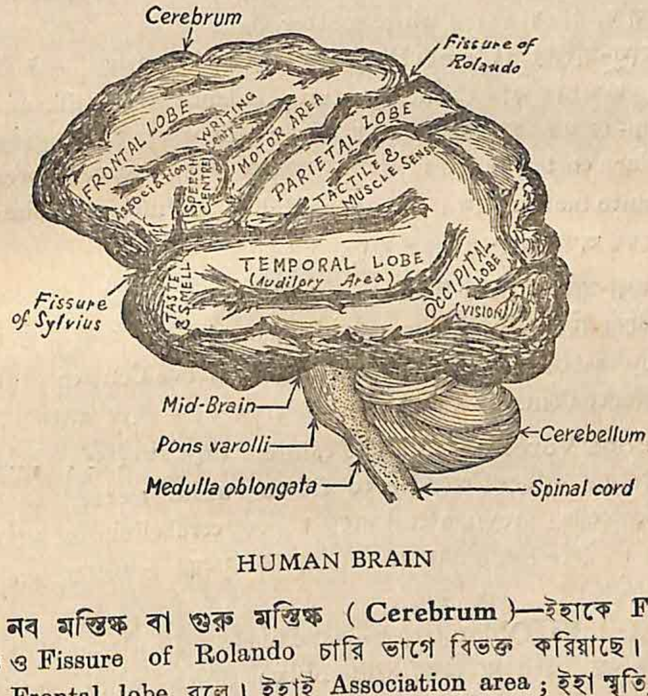
(1) Central Nervous System-কে আবার তিনভাগে ভাগ করা যায়— I. Fore Brain, II. Mid-Brain, III. Hind Brain.

I. Fore Brain-এ 2 Cerebral Hemispheres ও Ventricle আছে।

II. Mid-Brain-এ Corpora Quadrigemina ও Cerebral Peduncles আছে।

III. Hind Brain-এ Cerebellum, Pons Varolli ও Medulla Oblongata আছে।

এই Cerebral peduncles, Corpora Quadrigemina, Pons Varolli ও Medulla oblongata-কে একসঙ্গে Brain Stem বলে। এই Brain Stemই Fore Brain-কে Spinal Cord-এর সহিত সংযুক্ত করিয়াছে।



HUMAN BRAIN

1. **নব মস্তিষ্ক বা গুরু মস্তিষ্ক (Cerebrum)**—ইহাকে Fissure of Sylvius ও Fissure of Rolando চারি ভাগে বিভক্ত করিয়াছে। সম্মুখের অংশকে Frontal lobe বলে। ইহাই Association area ; ইহা স্মৃতি, কল্পনা ও চিন্তা প্রভৃতি উচ্চ মানসিক কর্ম সম্পাদন করে। পশ্চাতের অংশকে Occipital lobe বলে। ইহাই Visual area এবং এখানে দর্শনের সংবেদন ও অনুভূতি লাভ হয়। নীচের অংশকে Temporal lobe বলে। এখানে Auditory area আছে এবং এখানেই শ্রবণজাত সংবেদন ও অনুভূতি লাভ হয়। উপরের অংশকে Parietal lobe বলে। ইহাই Somesthetic area এবং এখানে চর্মজাত সংবেদন ও অনুভূতি লাভ হয়। Fissure of Rolando-এর সম্মুখে motor area আছে এবং এখান হইতে পেশী সঞ্চালনের জন্য স্নায়বিক উদ্দীপনা উৎপন্ন হয়। ইহার নিকটেই Writing Centre ও Speech Centre আছে অর্থাৎ এখান হইতে

লিখিবার ও কথা বলিবার জন্য স্নায়বিক উদ্দীপনা উৎপন্ন হয়। Fissure of sylvius-এর নিকটে Taste ও Smell area থাকে। নাকের সোজা Cerebrum-কে দুইভাগে ভাগ করা যায়। প্রত্যেক ভাগকে Cerebral Hemisphere বলে। ইহার ভাঁজ ও খাঁজগুলিকে একসঙ্গে Convolutions বলে। উঁচু অংশকে Gyrus (Sing.) ; (Gyri—Pl.) এবং নীচু অংশকে Sulcus (Sing.) : (Sulci—Pl.) বলে।

Cerebrum-এর উপরের অর্থাৎ বাহিরের স্তরে স্নায়ু কোষ (Nerve cell) থাকে, সেজন্য এই উপরের স্তরকে Cerebral cortex বলে। ইহা ধূসর রংয়ের তাই ইহাকে Grey matterও বলে। আর ভিতরের স্তরে স্নায়ু সূত্র (Nerve fibres) থাকে। এই অংশ সাদা বলিয়া ইহাকে white matter বলে।

2. **লঘু-মস্তিষ্ক (Cerebellum)**—ইহা Cerebrum-এর নিম্নে অবস্থিত। ইহা পেশী সঞ্চালনের কাজ (Tone, posture, balance ও equilibrium) করে। Cerebrum-এর মত ইহার উপরের স্তরে Nerve cells থাকায় ইহাকে grey matter (Cerebellar cortex) বলে। ইহার ভিতরের স্তরে Nerve fibres থাকায় ইহাকে white matter বলে। Superior, Middle ও Inferior Peduncles দ্বারা ইহা মস্তিষ্কের অপর অংশের সহিত সংযুক্ত থাকে।

3. **মধ্য-মস্তিষ্ক (Mid-Brain)**—ইহা Cerebrun-এর ঠিক নীচেই অবস্থিত। ইহার বাহিরের দিকে Nerve fibres (white matter) এবং ভিতরের স্তরে Nerve cells (grey matter) থাকে। উচ্চ মস্তিষ্ক (Higher Nerve Centres) ও নিম্ন মস্তিষ্ক (Lower Nerve Centres)-এর মধ্যে সংযোগ স্থাপন করাই ইহার প্রধান কাজ।

4. **Pons Varolli**—ইহা Mid Brain-এর নীচে অবস্থিত। Mid Brain-এর মত ইহারও বাহিরের স্তরে Nerve fibres (white matter) এবং ভিতরের স্তরে Nerve cells (grey matter) থাকে। ইহা cerebellum-এর মধ্যে সংযোগ সাধন করে। দৈহিক ভারসাম্য ও প্রচেষ্টামূলক সমন্বয় বহুলাংশে এই অংশের উপর নির্ভরশীল।

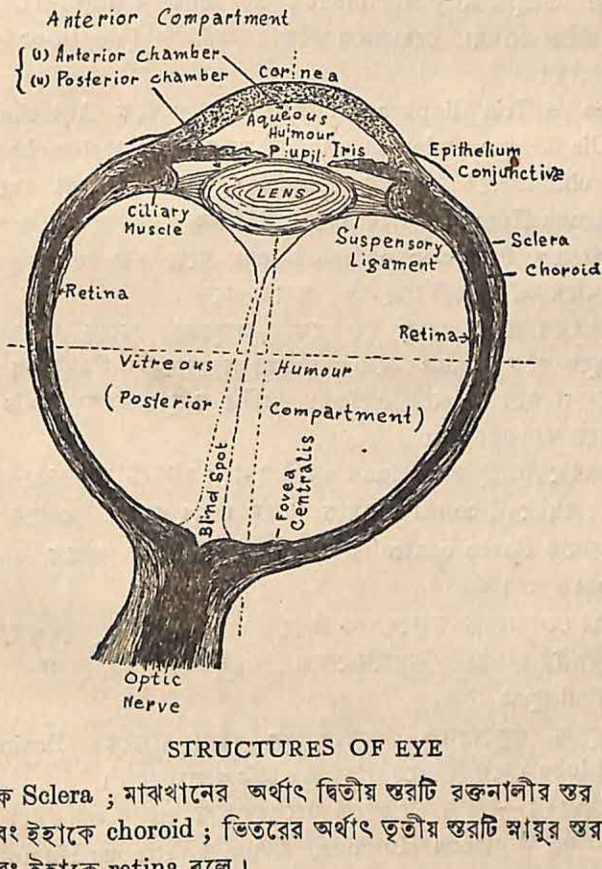
5. **Medulla Oblongata** :—ইহা Pons-এর ঠিক নীচে অবস্থিত। Mid Brain-এর মত ইহার বাহিরের স্তরে Nerve fibres (white matter) এবং ভিতরের স্তরে Nerve cells (grey matter) থাকে। উচ্চ মস্তিষ্ক (Higher Brain) ও নিম্ন মস্তিষ্ক (Lower Brain) এর মধ্যে সংযোগ স্থাপন করাই ইহার প্রধান কাজ। হৃৎপিণ্ড, ফুসফুস, পাকস্থলী প্রভৃতিকে ইহাই পরিচালনা করে।

6. **সুষুম্না কাণ্ড (Spinal cord)**—ইহা Medulla oblongata-এর ঠিক নিম্ন হইতে আরম্ভ হইয়াছে। Mid-Brain-এর ন্যায় ইহারও বাহিরের স্তরে Nerve fibres (white matter) এবং ভিতরের স্তরে Nerve cells (grey matter) থাকে। ইহার প্রধান কাজ শরীরের বিভিন্ন অংশ হইতে অন্তর্মুখী স্নায়বিক উদ্দীপনা (afferent nerve impulse) কে উচ্চ মস্তিষ্কে (Higher Brain) পরিচালিত করা এবং সেখান হইতে বহির্মুখী স্নায়বিক উদ্দীপনা (efferent nerve impulse)কে

শরীরের বিভিন্ন অংশে পৌছাইয়া দেয়। আকস্মিক ক্ষেত্রে উচ্চ মস্তিষ্কে (Higher Brain) না পাঠাইয়া এই Spinal cord হইতেই বহির্মুখী স্নায়বিক উদ্দীপনা শরীরের বিভিন্ন অংশে পাঠাইয়া দেয়।

চক্ষু (Eye)

Structures :—চক্ষু দর্শনেন্দ্রিয়; অর্থাৎ চক্ষুর সাহায্যে আমরা দেখিতে পাই। চক্ষুটি গোলাকার তাই ইহাকে চক্ষু গোলক (eye ball) বলে। চক্ষু কোটরের (eye socket) মধ্যে চক্ষু গোলকটি থাকে। চক্ষু গোলকের মধ্যে তিনটি স্তর আছে। বাহিরের অর্থাৎ প্রথম স্তরটি মাংসপেশীর স্তর (Muscular layer)



STRUCTURES OF EYE

এবং ইহাকে Sclera; মাঝখানের অর্থাৎ দ্বিতীয় স্তরটি রক্তনালীর স্তর (vascular layer) এবং ইহাকে choroid; ভিতরের অর্থাৎ তৃতীয় স্তরটি স্নায়ুর স্তর (Nervous layer) এবং ইহাকে retina বলে।

প্রথম স্তরের সম্মুখের ⅙ অংশ স্বচ্ছ, ইহাকে Cornea বলে এবং ⅚ অংশ

অস্বচ্ছ ও সাদা, ইহাকেই sclera বলে। Cornea-এর সম্মুখের উপর একটা পাতলা স্বচ্ছ পর্দা থাকে। ইহাকে conjunctiva বলে। ইহার উপর ধূলা বালি আটকাইয়া যায়।

দ্বিতীয় স্তরটি অস্বচ্ছ এবং ইহা চক্ষু গোলককে একটি অন্ধকার প্রকোষ্ঠে পরিণত করে। ইহার সম্মুখের অংশকে Iris diaphragm বলে। বাহির হইতে ইহাকে কালো ও গোলাকার দেখায়। ইহার কেন্দ্রস্থ গোলাকার ছিদ্রকে চোখের মণি (pupil) বলে। ইহাকে বাহির হইতে গাঢ় কালো বিন্দুর মত দেখায়। Iris diaphragm প্রয়োজনমত সম্প্রসারিত ও সঙ্কুচিত হইয়া pupil-কে ছোট ও বড় করিয়া আলোর প্রবেশপথ সৃষ্টি করে। Iris diaphragm-এর পরেই একটি গোলাকার স্বচ্ছ বস্তু থাকে। ইহাকে Lens বলে। Ciliary process (ciliary muscle ও suspensory ligament) এই lens-কে pupil-এর ঠিক পশ্চাতে যথাস্থানে ধরিয়া রাখিয়া প্রয়োজন মত ইহার গভীরতা (depth or thickness) কমায় ও বাড়ায়।

Cornea ও Iris diaphragm-এর মধ্যবর্তী অংশকে Anterior chamber এবং Iris diaphragm ও lens-এর মধ্যবর্তী অংশকে Posterior chamber বলে। এই দুইটি chamberকে একত্রে Anterior compartment বলে। ইহার মধ্যে Aqueous Humour নামে একটি স্বচ্ছ তরল পদার্থ থাকে। Lens-এর পশ্চাতের অংশকে Posterior compartment বলে এবং ইহার মধ্যে Vitreous Humour নামে আর একটি স্বচ্ছ তরল পদার্থ থাকে।

চক্ষুগোলকের তৃতীয় স্তরে দুই প্রকার স্নায়ুকোষ আছে। মোচার আকৃতি বিশিষ্ট স্নায়ুকোষকে Cones বলে এবং ইহা আলোতে কার্যকরী হয় ও রঙিন বস্তু দেখিতে সাহায্য করে। আর লম্বাকৃতি বিশিষ্ট স্নায়ুকোষকে Rods বলে এবং ইহা অন্ধকারে কার্যকরী হয়।

Lens-এর সোজাসুজি retinaর একটি স্থান একটু টোল খাওয়া মত দেখায়। এখানে সবচেয়ে বেশী cones ও সবচেয়ে কম rods থাকায় এখানে দৃষ্টি স্পষ্টতম হয়। এই স্থানকে Fovea centralis বলে। ইহা হলদে রঙের বলিয়া ইহাকে yellow spotও বলা হয়।

Retinaর যে অংশটি চক্ষুগোলক হইতে বাহির হইয়াছে সেখানে Cones ও Rods কিছুই নাই। তাই এখানে কোন কিছুই দেখা যায় না। এজন্য এই অংশকে Blind spot বলে।

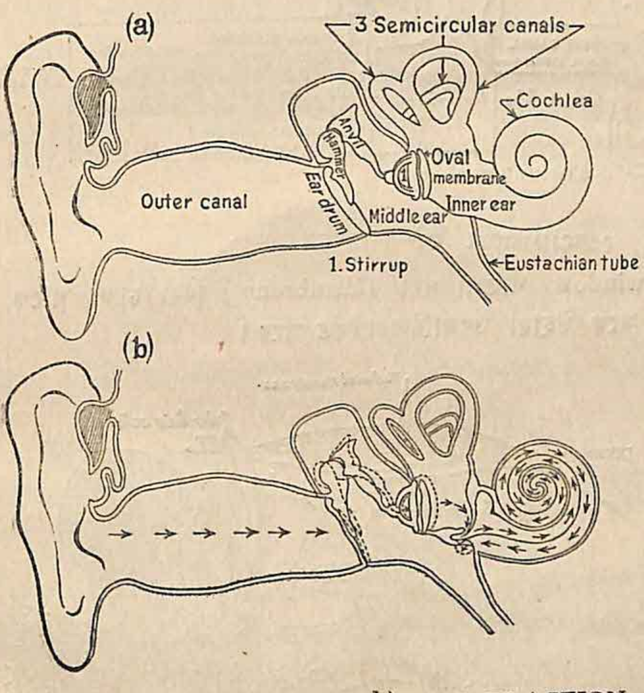
যে স্নায়ুগুচ্ছ চক্ষুগোলক হইতে বাহির হইয়া মস্তিষ্কের (Brain) দর্শনাঞ্চলে (occipital lobe) পৌঁছিয়াছে তাহাকে *optic nerve* বলে।

Functions :—কোন বস্তু হইতে আলোকরশ্মি প্রতিফলিত হইয়া Conjunctiva, cornea, Aqueous Humour, Lens ও Vitreous Humour-এর মধ্যে দিয়া প্রতিসরিত হইয়া যখন স্নায়বিক স্তরে (Retina) পৌঁছায় তখন স্নায়ুকোষের (rods ও cones) সাহায্যে দর্শনজাত স্নায়বিক উদ্দীপনার (Visual Nervous

Impulse)র সৃষ্টি হয় এবং সেই উদ্দীপনা Optic Nerveএর সাহায্যে মস্তিষ্কের (Brain) দর্শনাঞ্চলে (Occipital lobe) পৌছাইলে আমরা দর্শনজাত সংবেদন (visual sensation) ও প্রত্যক্ষণ (visual perception) লাভ করি।

কর্ণ (Ear)

Structures :—কর্ণকে শ্রবণেন্দ্রিয় বলে। এই কর্ণের সাহায্যে আমরা শুনিতে পাই। কানের তিনটি অংশ—(১) বহিঃ কর্ণ (Outer ear), (২) মধ্যকর্ণ (Middle ear) ও (৩) অন্তঃ কর্ণ (Inner ear)।



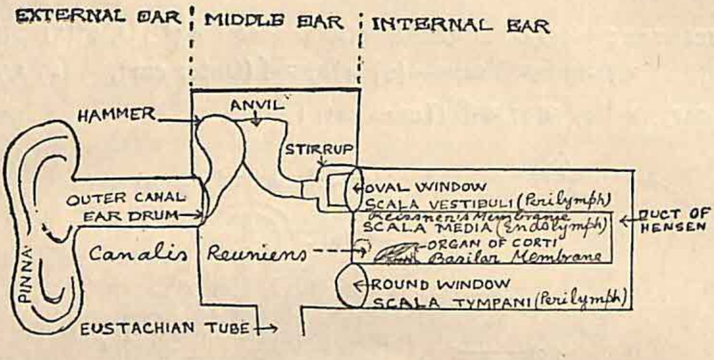
(a) STRUCTURES OF EAR (b) EAR IN ACTION

(1) বহিঃ কর্ণের মধ্যে I. Pinna (শব্দ সংগ্রহ করে), II. Outer or auditory canal (শব্দের গতিপথ রচনা করে) ও III. Ear drum or tympanic membrane (কম্পন সৃষ্টি করে) আছে।

(2) মধ্য কর্ণের মধ্যে পরস্পর সংলগ্ন তিনটি ছোট ছোট হাড় আছে। Ear drum-এর সহিত সংযুক্ত হাড়টিকে হাতুড়ি (Hammer), দ্বিতীয়টিকে নেহাই (Anvil) ও তৃতীয়টিকে পাদানি (stirrup) বলে।

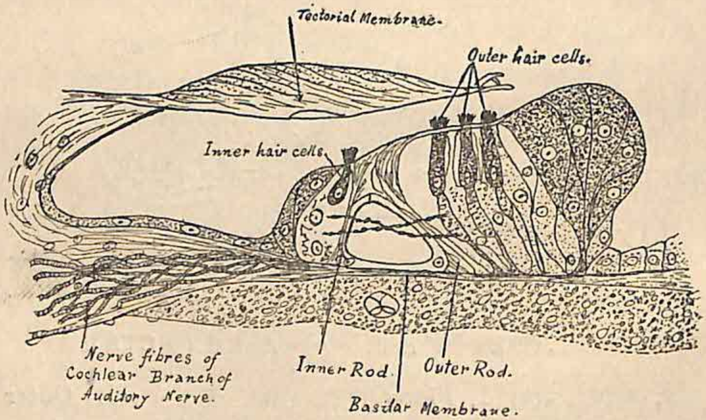
(3) অন্তঃকর্ণের মধ্যে গেঁড়ির মত প্যাঁচান একটি হাড় আছে। প্যাঁচান অংশকে Cochlear apparatus ও বাকী অংশকে Vestibular apparatus বলে।

Stirrupটি Inner ear সহিত যেখানে সংযুক্ত তাহাকে Oval window বলে। Cochleaতে Round window নামক আর একটি জানালা আছে। এই দুইটি



MECHANISM OF HEARING

জানালা (window) পাতলা পর্দা (Membrane) দিয়া ঢাকা থাকে যাহাতে শব্দতরঙ্গের সঙ্গে উহারা তরঙ্গায়িত হইতে পারে।



ORGAN OF CORTI

Basilar Membrane ও Reissner's Membrane নামে দুইটি পর্দা Cochleaকে তিনটি প্রকোষ্ঠে বিভক্ত করিয়াছে। উপরে Scala Vestibuli ও নিম্নে Scala tympani এবং এই দুইটিতে Perilymph নামে এক প্রকার তরল

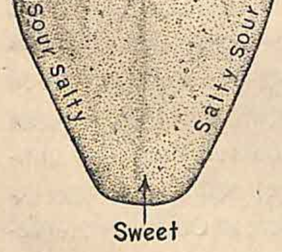
পদার্থ থাকে। মধ্যের প্রকোষ্ঠকে Scala media বলে এবং ইহার মধ্যে endolymph নামে একটি তরল পদার্থ থাকে।

Basilar membrane-এর উপর organ of corti থাকে। ইহার মধ্যে Tectorial Membrane নামে একটি পর্দা ও Hair cells নামে একপ্রকার স্নায়ুকোষ থাকে।

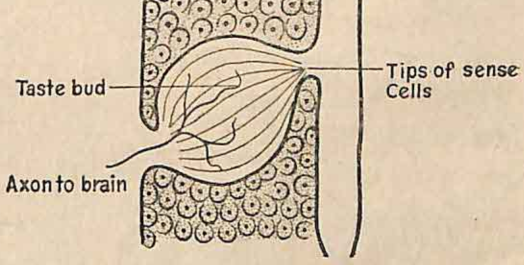
Functions :—শব্দতরঙ্গ (sound waves) outer canal-এর মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইয়া ear drum-এ আঘাত করিলে উহা কাঁপিতে থাকে। মধ্য কর্ণের অন্তর্গত তিনটি হাড়ের সাহায্যে ঐ কম্পন দশগুণ বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হইয়া oval window-এর মধ্য দিয়া অন্তঃকর্ণের অন্তর্গত Cochlear apparatusএর মধ্যে পৌঁছায়। আবার ঐ কম্পন Scala vestibuli ও Scala tympani-এর মধ্যস্থিত Endolymphএর সাহায্যে Scala Mediaএর মধ্যস্থিত Endolymphতে পৌঁছায়। এখানে Basilar Membrane-এর উপরিস্থিত organ of corti ঐ কম্পনে কম্পিত হয়। এই কম্পনের ফলে organ of corti-এর অন্তর্গত Hair cells-এর সহিত Tectorial Membrane-এর ঘর্ষণ হয়। এই ঘর্ষণের ফলেই শ্রবণজাত স্নায়বিক শক্তিতরঙ্গ (Auditory Nervous Impulse) সৃষ্টি হয়। সেই শক্তিতরঙ্গ Auditory Nerve-এর সাহায্যে নব মস্তিষ্কের (Cerebrum) Temporal lobe-এর শ্রবণাঞ্চলে (auditory area) পৌঁছাইলে শ্রবণজাত সংবেদন ও প্রত্যক্ষণ হয়।

জিহ্বা (Tongue)

জিহ্বাকে স্বাদেন্দ্রিয় (Gustatory sense organ) বলা হয়। জিহ্বার সাহায্যে



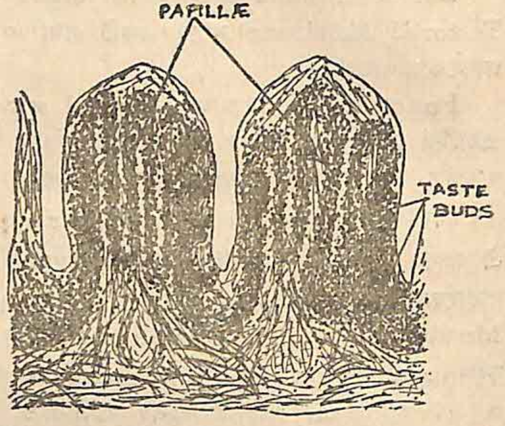
TONGUE



TASTE BUD

আমরা বিভিন্ন বস্তুর আস্বাদ পাইয়া থাকি। জিহ্বা মসৃণ নহে—উহাতে ঈষৎ

উন্নত আকারের Papilla থাকে। এই Papillaর সঙ্গে Taste bud থাকে। কোন দ্রবণীয় বস্তু জিহ্বায় দিলে লালার (Saliva) সাহায্যে উহা দ্রবীভূত হয় এবং Taste bud-এর সংস্পর্শে আসিয়া স্বাদজাত স্নায়বিক উদ্দীপনার (Gustatory Nervous impluse) সৃষ্টি করে এবং সেই উদ্দীপনা মস্তিষ্কের স্বাদাঞ্চলে (Taste area) পৌঁছাইলে ঐ বস্তুর আস্বাদন হয়।

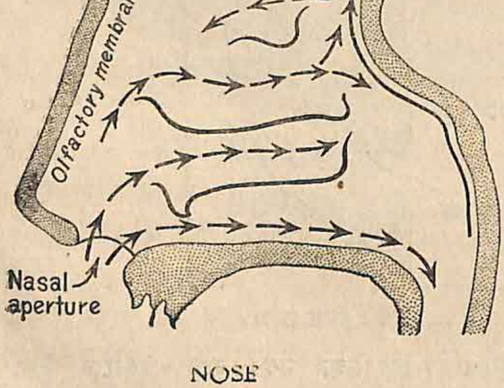


TASTE PAPILLÆ

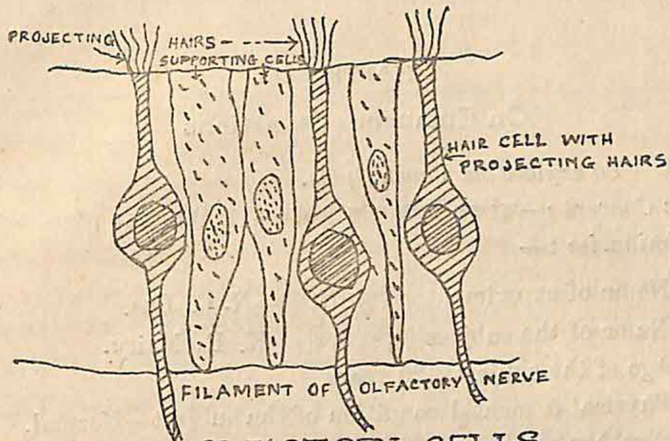
জিহ্বার অগ্রভাগে মিষ্ট (Sweet), পশ্চাদভাগে তিক্ত (Bitter), পার্শ্বদেশে লবণ (Salt) ও টক (Sour) আস্বাদিত হয়। মিষ্ট, লবণাক্ত, টক ও তিক্ত এই চারিটি মৌলিক আস্বাদ। এই চারিটি মৌলিক আস্বাদের সংমিশ্রণে বিভিন্ন প্রকার আস্বাদ জন্মিয়া থাকে।

নাসিকা (Nose)

নাসিকাকে ঘ্রাণেন্দ্রিয় (Olfactory sense organ) বলা হয়। ঘ্রাণে বস্তুর বায়বীয় কণা (gaseous particles) বায়ুপ্রবাহে নাসিকার মধ্যে প্রবেশ করিয়া নাসিকার অভ্যন্তরস্থ olfactory membrane-এর অন্তর্গত ঘ্রাণকোষে (olfactory cells)র সংস্পর্শে আসিলে রাসায়নিক ক্রিয়ার সৃষ্টি হয়। তাহার ফলে ঘ্রাণজাত স্নায়বিক শক্তিতরঙ্গের (olfactory nervous impulse) সৃষ্টি হয়। সেই স্নায়বিক শক্তিতরঙ্গ Olfactory Nerve-এর সাহায্যে মস্তিষ্কাস্থিত ঘ্রাণাঞ্চলে (Smell area) পৌঁছাইলে ঘ্রাণের সংবেদন সৃষ্টি হয়।



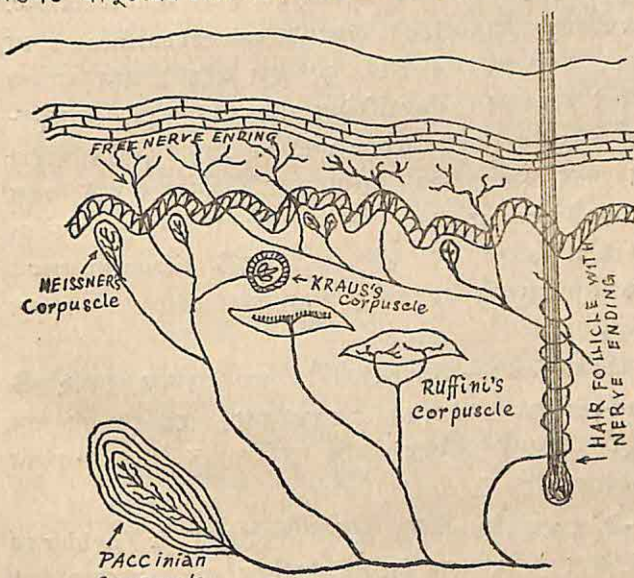
NOSE



OLFACTORY CELLS

চর্ম (Skin)

চর্মকে স্পর্শেন্দ্রিয় (Tactual sense organ) বলা হয়। চর্ম হইতে স্পর্শ (Touch) ছাড়াও চাপ (Pressure), বেদনা (Pain), উষ্ণতা (Heat) ও শৈত্য (cold) অনুভব করি। ইহাদিগকে চর্মজাত সংবেদন (Cutaneous sensation) বলা হয়। চর্মের অন্তর্গত স্নায়ুতন্ত্রের বিভিন্ন অংশ (End organ) উদ্দীপিত হওয়ার ফলেই বিভিন্ন



STRUCTURES OF SKIN

প্রকার সংবেদন লাভ হয়। Meissner's Corpuscle হইতে স্পর্শবোধ, Paccinian Corpuscle হইতে চাপবোধ, Free Nerve ending হইতে বেদনাবোধ, Ruffini's Corpuscle হইতে উষ্ণতাবোধ এবং Krause's end bulb হইতে শৈত্যবোধ আসে।

CHAPTER II

On Cutaneous Sensations

No. I. *To explore the Touch Spots.*

Basic Concept :—ত্বকের উপর স্পর্শানুভূতি সর্বত্র সমান নহে।

Preliminaries :—

Name of experimenter (অভীক্ষক)—N. C. Das.
Name of the subject (অভীক্ষার্থী)—K. R. Maity.
Age of the subject—20 years.
Physical & mental condition of the subject—Normal.
Weather condition—Fair.
Time of experiment—1-30 P. M.—3 P. M.
Date—25.2.62.

Materials required :—Hand-rest, Horse's hair, hair holder, scale, black & red ink, tissue paper, screen, magnifying glass and razor etc.

Procedure :—অভীক্ষার্থীর বাম হাতের অঙ্কতলের (ventral surface) ১ বর্গ সেঃ মিঃ লোমশূন্য স্থান (কিংবা লোম থাকিলে কামাইয়া লইয়া) কাল কালির সাহায্যে সীমারেখা নির্দিষ্ট করা হইল। Magnifying glassএর সাহায্যে লোমকূপগুলি কাল কালি দিয়া চিহ্নিত করা হইল। Hair holderএ ঘোড়ার চুলটি লাগাইয়া ঐ চিহ্নিত স্থানগুলি স্পর্শ করা হইল। চুলের ডগাটি এমনভাবে কাটা হইল যেন উহার cross sectionটি circular হয়। অভীক্ষার্থী যে স্থানে স্পর্শানুভব করিল সেই স্থান লাল কালি দ্বারা চিহ্নিত করা হইল এবং একটি tissue paperএ বর্গক্ষেত্র সহ ঐ লাল কালির চিহ্নগুলি অনুরূপভাবে অঙ্কন করা হইল। স্পর্শবিন্দুর সংখ্যা নির্ণয় করা হইল।

Instructions to the subject :—"Screenএর নীচ দিয়া তোমার বাম হাতটি প্রসারিত করিয়া Hand-rest-এর উপর রাখ। 'প্রস্তুত' বলার পরে তোমার বাম হাতে স্পর্শের অনুভূতি হইলেই বলিবে। মনে রাখিও যে পরে অন্তর্দর্শন (Introspection) লিখিতে হইবে।"

Precautions :—ঐ বর্গক্ষেত্রটির নির্দিষ্ট প্রতি বিন্দুতে Hair holderএর ঘোড়ার চুলটি লম্বরূপে স্পর্শ করিয়া এমন ভাবে চাপ দিতে হইবে যাহাতে উহা অল্প বাঁকে। চাপের পরিমাণ সব ক্ষেত্রেই সমান হইবে এবং চুলটি চাপে যেন বেশী বাঁকিয়া না যায় সেদিকেও লক্ষ্য রাখিতে হইবে। উক্ত ক্ষেত্রের চিত্রটি অনুরূপভাবে tissue paper-এ ছাপিয়া লইতে হইবে।

Result : **Table No. 1.**

No. of points stimulated	No. of touch spots
18	13

Introspection of the subject :—"আমার বাম হাতের উপর যখন স্পর্শের অনুভূতি স্পষ্ট ও সুনিশ্চিত হইয়াছে তখন আমি কেবলমাত্র 'হ্যাঁ' বলিয়াছি এবং যখন কোন কিছু স্পর্শ বোধ করি নাই, তখন কিছুই বলি নাই।"

Conclusion :—অভীক্ষার্থীর বাম হাতের অঙ্কতলে ১ বর্গ সেঃ মিটারে মোট ১৩টি স্পর্শবিন্দুর সন্ধান পাওয়া গিয়াছে।

No. II. *To explore the pain spots.*

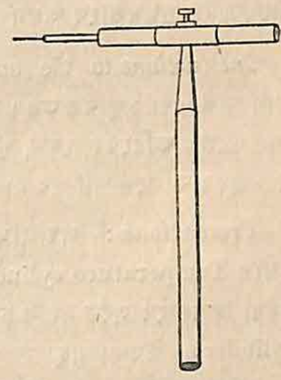
Basic concept :—ত্বকের উপর ব্যথার অনুভূতি সর্বত্রই আছে, কিন্তু সর্বত্র সমান নহে।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—Hand-rest, pain point, scale, blue & red ink, tissue paper, screen etc.

Description of pain point :—ইহা ধাতুনির্মিত একটি যন্ত্র। ইহার একদিকে সূঁচের মত সরু ও সূক্ষ্ম অগ্রভাগ আছে। এবং অপরদিকে ইহার একটি হাতল আছে। ঐ হাতলটি ধরিয়া ঐ অগ্রভাগটি ত্বকের উপর রাখিলে ব্যথার অনুভূতি হয়। ঐ অগ্রভাগটি যাহাতে ত্বকে ফুটিয়া না যায় সেদিকে লক্ষ্য রাখিতে হইবে।

(বাকী অংশগুলি স্পর্শ বিন্দুর অনুরূপ। সুতরাং তাহা আর পুনরাবৃত্ত করা হইল না।)



PAIN POINT

No. III. *To explore cold spots.*

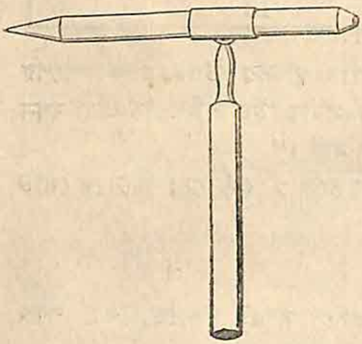
Basic concept :—ত্বকের উপর শৈত্য বিন্দু ছড়ান থাকে, কিন্তু সর্বত্র সমান ভাবে নহে। তাই শৈত্যের অনুভূতিও সর্বত্র সমান নহে।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—Hand-rest, two temperature cylinders, red & blue ink, ice, water, thermometer, scale & cotton etc.

Description of temperature cylinder :—ইহা একটি ধাতুনির্মিত যন্ত্রবিশেষ। ইহার এক মুখ সরু (প্রায় ১ সেঃ মিঃ ব্যাস) এবং অপরদিক মোটা

(প্রায় ৫ সেঃ মিঃ ব্যাস)। ইহার সঙ্গে একটি কাঠের হাতল আছে। এই হাতলটি ধরিয়া সরু মুখ দিয়া ত্বকের উপর হালকাভাবে টানিতে হয়।



TEMPERATURE CYLINDER

Procedure :—অভীক্ষার্থীর বাম হাতের অঙ্কতলের (ventral surface-এর) উপর কনুই ও মণিবন্ধের মধ্যবতী স্থানে ১ বর্গ সেন্টি মিটার স্থানের সীমারেখা স্কেল ও কালির সাহায্যে অঙ্কন করা হইল। এক কাপ জলে বরফ দিয়া তাহার তাপমাত্রা ৩০°—৩২° সেন্টিগ্রেড-এ রাখা হইল। দুইটি Temperature cylinder ঐ ঠাণ্ডা জলে ডুবাইয়া রাখা হইল। Temperature cylinder শীতল হইলে জল হইতে উঠাইয়া তুলা দ্বারা জল মুছিয়া ঐ নির্দিষ্ট বর্গক্ষেত্রের উপর ১ মিঃ মিটার অন্তরে লম্বালম্বিভাবে টানা হইল। যেখানে অভীক্ষার্থীর শৈত্যের অনুভূতি হইল সেখানে লাল কালির দাগ দেওয়া হইল। এইভাবে Temperature cylinder পাল্টাইয়া পরীক্ষাকার্য চালাইয়া ঐ বর্গক্ষেত্রের অন্তর্গত শৈত্য বিন্দুগুলির সন্ধান করা হইল। একটি tissue paper-এ ঐ শৈত্যবিন্দুসহ বর্গক্ষেত্রটি অনুরূপভাবে অঙ্কন করা হইল।

Instructions to the subject :—"তোমার বাম হাতটি Hand-rest-এর উপর রাখ এবং চক্ষু বন্ধ কর। 'প্রস্তুত' বলিবার পরে যখন তুমি শৈত্য অনুভব করিবে তখন উল্লেখ করিবে। দেখ, খুব মনোযোগ সহকারে অনুধাবন করিবে নতুবা বুঝিতে বা অনুভব করিতে পারিবে না। পরীক্ষার শেষে অন্তর্দর্শন লিখিও।"

Precautions :—লম্বালম্বি লাইন ধরিয়া ঐ নির্দিষ্ট ক্ষেত্রের উপর ১ মিলিমিটার অন্তরে Temperature cylinderটি টানিতে হইবে। Cylinderটি সোজা করিয়া ধরিয়া লম্বভাবে সর্বত্র সমান চাপ দিয়া ত্বকের উপর ধীরে ধীরে টানিতে হইবে। Cylinderএর উষ্ণতা যাহাতে ৩০°—৩২° সেন্টিগ্রেডের মধ্যে থাকে সেজন্য cylinder পরিবর্তন করিয়া লইতে হইবে।

Result : Number of cold spots = 10.

Introspection of the subject :—"মাঝে মাঝে আমার মনে সন্দেহ উপস্থিত হইয়াছিল যে ঠাণ্ডা কি ঠাণ্ডা নয়। যে সমস্ত ক্ষেত্রে এরূপ সন্দেহ ও অনিশ্চয়তা ছিল, সেই সমস্ত ক্ষেত্রে আমি কোন উত্তর করি নাই; আর যে সমস্ত ক্ষেত্রে সুনিশ্চিতভাবে ও নিঃসন্দেহে শৈত্য অনুভব করিয়াছি সেই সমস্ত ক্ষেত্রে 'হ্যাঁ' বলিয়াছি।"

Conclusion :—অভীক্ষার্থীর বাম হাতের অঙ্কতলে (ventral surfaceএ) এক বর্গ সেঃ মিটার স্থানে মোট তিনটি শৈত্য বিন্দুর সন্ধান পাওয়া গিয়াছে।

No. IV. *To explore the heat spots.*

Basic concept :—ত্বকের উপর উষ্ণ বিন্দু ছড়ান থাকে, কিন্তু সর্বত্র সমানভাবে নহে। তাই উষ্ণতার অনুভূতিও সর্বত্র সমান নহে।

Matetrials required :—Hand-rest, two temperature cylinders, cold and hot water, thermometer, cotton, scale, red & blue ink etc.

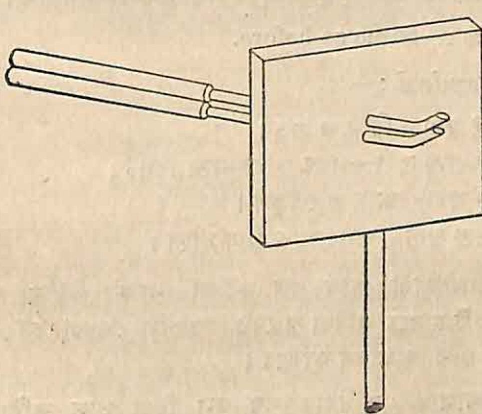
(জলের তাপমাত্রা ৪২°—৪৪° সেন্টিগ্রেডে রাখিয়া Temperature cylinderগুলি ঐ গরম জলে ডুবাইয়া শৈত্য বিন্দুর অনুসন্ধানের অনুরূপভাবে উষ্ণ বিন্দুগুলির অনুসন্ধান করিতে হইবে। বাকী অংশগুলি পূর্ব পরীক্ষার অনুরূপ)।

CHAPTER III
On Olfactory Sensations

No. V. *To demonstrate different smells.*

Basic Concept :—যে দুইটি গন্ধ পরস্পর সংমিশ্রিত হইয়া পরস্পরকে বিলুপ্ত করে তাহাদিগকে পূরক বা বিপরীত গন্ধ বলে।

Preliminaries :—Same as before.



DOUBLE OLFACTOMETER

Materials Required :—Double olfactometer, wooden hollow cylinders with different smells.

Method :—অভীক্ষার্থীর নাকের মধ্যে ৫ মিলিমিটার পর্যন্ত olfactometer tubeটি প্রবেশ করাইতে হইবে।

প্রথমে আলাদাভাবে গন্ধযুক্ত cylinderটির নিজস্ব গন্ধ আঘ্রাণ করিতে হইবে। পরে দুইপ্রকার কাঠের তৈয়ারী cylinderএর সঙ্গে দুইটি tube লাগাইয়া আঘ্রাণ করিতে হইবে। এইভাবে একটির পর একটি বিভিন্ন জোড়ার গন্ধ নিয়ে লক্ষ্য করিতে হইবে বিভিন্ন গন্ধের সংমিশ্রণে কি অবস্থা হয়।

অভীক্ষার্থী olfactometer tubeএর মধ্যে নিশ্বাস ত্যাগ করিবে না—কেবলমাত্র শ্বাস গ্রহণ করিবে।

CHAPTER IV

On Gustatory Sensations

No. VI. *To demonstrate different tastes.*

Basic Concept :—বাস্তবিকপক্ষে স্বাদ ও গন্ধ একত্র সংমিশ্রিত হইয়া থাকে। গন্ধকে বাদ দিয়া স্বাদের স্বরূপ অনুভব করা অত্যন্ত কঠিন ব্যাপার।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—

(১) মিষ্ট দ্রব্য—চিনি ও গুড়।
(২) লবণাক্ত দ্রব্য—লবণ ও নোনতা বিস্কুট।
(৩) টক্ দ্রব্য—আম ও তেঁতুল।
(৪) তিক্ত দ্রব্য—শুকতো ও নিম পাতা।

Method :—অভীক্ষার্থী চোখ বন্ধ করিয়া নাক টিপিয়া বসিবে। তাহার জিহ্বার উপরে একটি চামচে করিয়া স্বাদের বস্তুগুলি দেওয়া হইবে। নিঃশ্বাস বন্ধ করিয়া স্বাদের বস্তুগুলি আস্বাদন করিবে।

একটি দ্রব্য আস্বাদন করিবার পর জল দিয়া ভাল করিয়া মুখ ধুইয়া আর একটি স্বাদের বস্তু আস্বাদন করিবে। স্বাদের বস্তুগুলি জোড়া জোড়া করিয়া—যেমন প্রথমে চিনি এবং পরে গুড় আস্বাদন করিবে।

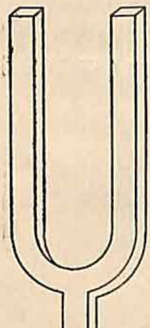
কোন্‌টির কিরূপ স্বাদ তাহা স্পষ্টভাবে বলিতে হইবে।

CHAPTER V

On Auditory Sensations

No. VII. *To demonstrate sound vibrations by tuning fork.*

Basic concept :—বায়ুর মধ্যে তরঙ্গের উদ্ভব হইয়া সেই তরঙ্গ যখন আমাদের কর্ণকুহরে প্রবেশ করে তখন আমরা শব্দ শুনিতে পাই। বায়ু তরঙ্গের দৈর্ঘ্যের উপর বা vibrationএর সংখ্যার উপর স্বরগ্রাম (pitch) নির্ভর করে।



TUNING FORK

Preliminaries :—Same as before.

Materials required :—Tuning fork, resonance box, hammer with felt.

Method :—Vibrationএর সংখ্যার বিভিন্নতার উপর স্বরগ্রামের বিভিন্নতা নির্ভর করে। স্বর সাধারণতঃ ঢেউয়ের ন্যায় উঠানামা করে। Tuning forkটি Resonance boxএর উপর বসাইয়া vibration-এর সংখ্যা ঠিক করিয়া ফেল্টযুক্ত হাতুড়ী দ্বারা আঘাত করিলেই স্বর শোনা যাইবে। যদি দুই বিভিন্ন Pitchএর স্বরকে একসঙ্গে মিলান যায় তাহা হইলে সুরের মধ্যে একটি কম্পন (beats) শোনা যায়। Vibrationএর পার্থক্যের উপর কম্পনের ব্যতিক্রম নির্ভর করে; দুইটি tuning forkকে ভিন্ন vibrationএ একসঙ্গে আঘাত করিলেই 'কম্পন' জানা যাইবে।

CHAPTER VI

On Visual Sensations

No. VIII. *To demonstrate stereoscopic vision by stereoscope.*

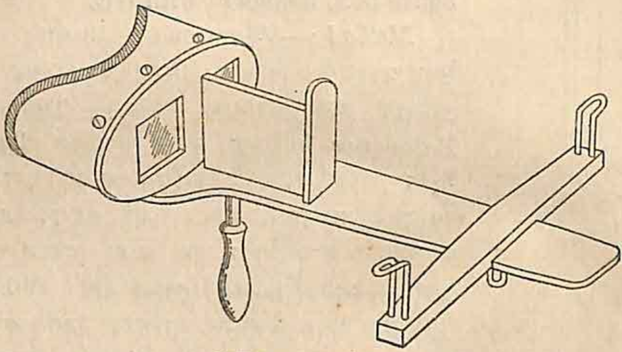
Basic concept :—দুইটি অক্ষিপটের মধ্যে অবস্থানগত বৈষম্যহেতু কোন বস্তুর ছবি যখন দুইটি অক্ষিপটের উপর পড়ে তখন ঐ ছবি দুইটি হুবহু একপ্রকার হয় না—অর্থাৎ তাহাদের মধ্যে কিছু না কিছু বৈষম্য থাকিবেই। কিন্তু মস্তিষ্ক উহাদিগকে একটি হিসাবেই গ্রহণ করে এবং ধরিয়া লয় যে বস্তুর ঘনত্ব বা গভীরতা বা ত্রি-আয়তন হেতু এরূপ বৈষম্য হইয়াছে। সুতরাং মস্তিষ্ক বস্তুর ঘনত্ব সোজাসুজি বুঝিতে পারে না।

কোন বস্তুকে বাম চোখ বন্ধ করিয়া ডান চোখে যেমন দেখায়—ডান চোখ বন্ধ করিয়া বাম চোখে একটু অন্যরকম দেখায়। এই বৈষম্যকে অক্ষিপটমূলক বৈষম্য (ratinal disparity) বলে। এই বৈষম্যহেতু মস্তিষ্ক বস্তুর ঘনত্ব ধারণা করে।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—Stereoscope, 2 stereoscopic pictures of an object.

Method :—কোন বস্তুকে ডান চোখে যেমন দেখায় তেমন একটি ছবি এবং বাম চোখে যেমন দেখায় তেমন আর একটি ছবি অর্থাৎ যে স্থানে দাঁড়াইয়া প্রথম ছবিটি তোলা হয় সেই স্থান হইতে বাম পার্শ্বে আড়াই ইঞ্চি দূরত্বে (কারণ দুইটি



STEREOSCOPE

অক্ষিপটের দূরত্ব আড়াই ইঞ্চি) দ্বিতীয় ছবিটি তোলা হয়। বস্তুটিকে শুধু ডান চোখে যেমন দেখায় ডানদিকের ছবিটি তেমন হইবে এবং শুধু বাম চোখে যেমন দেখায় বামদিকের ছবিটি তেমন হইবে।

Stereoscope যন্ত্রের ডান পার্শ্বে ডান দিক হইতে তোলা ছবিটি এবং বাম পার্শ্বে বাম দিক হইতে তোলা ছবিটি রাখিয়া দুই চোখ দিয়া দেখিলে ঐ দুইটি ছবিকে একটি ঘন বস্তুর ছবি বলিয়া মনে হইবে। অর্থাৎ উঁচু স্থানকে উঁচু এবং নীচু স্থানকে নীচু এবং সমতল স্থানকে সমতল বলিয়া মনে হইবে।

CHAPTER VII

On Illusion

No. XI. *To demonstrate size-weight illusion.*

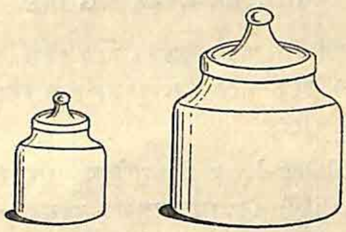
Basic Concept :—কোন বিষয় বা বস্তুকে বিকৃতভাবে প্রত্যক্ষণকে অধ্যাস (illusion) বলে। কোন বস্তুর স্বরূপ প্রত্যক্ষণ না করিয়া বিকৃতরূপ প্রত্যক্ষণই

অধ্যাস। এককথায় ভুল প্রত্যক্ষণকেই অধ্যাস বলা হয়। অধ্যাস বিভিন্ন প্রকার হইতে পারে। এখানে আয়তন বনাম ওজন সংক্রান্ত অধ্যাস আলোচ্য বিষয়।

Materials Required :—2 bottles of different sizes & weighing scales, etc.

Method :—একটি ছোট ও অপরটি অপেক্ষাকৃত বড় আকারের মোট দুইটি কাচের শিশি কাগজ জড়াইয়া ছোটটিতে শুষ্ক বালি পুরিয়া দুইটির ওজন কাঁটায় কাঁটায় সমান করা হইল। শিশি দুইটি সম্পূর্ণরূপে কাগজ জড়ানোর উদ্দেশ্য যাহাতে বাহির হইতে দেখিতে পাওয়া না যায় কোনটির মধ্যে কি আছে।

এখন ঐ দুইটি শিশি হাতে লইলে মনে হইবে ছোট শিশিটিই অপেক্ষাকৃত ভারী। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে দুইটিই ওজনে সমান। সকলেই এই একই ভ্রমে পতিত



SIZE WEIGHT ILLUSION

হইবে। ইহাই অধ্যাস। কারণ আমরা জানি বড় জিনিস বেশী ভারী হয়। তাই বড় শিশিটিকে আমরা বেশী জোর দিয়া তুলি। আর ছোট জিনিস সাধারণতঃ কম ভারী হয় বলিয়া ছোট শিশিটি কম জোর দিয়া তুলিবার চেষ্টা করি। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে দুইটির ওজন সমান হওয়ায় ছোট শিশিটিই অধিক ভারী বলিয়া বোধ হয় এবং বড় শিশিটিকে হাল্কা বলিয়া মনে হয়।

এরূপ ভুল প্রত্যক্ষণকে অধ্যাস বলে।

NO. X. To determine the illusory effect of the subject in perceiving the Müller-Lyer figure.

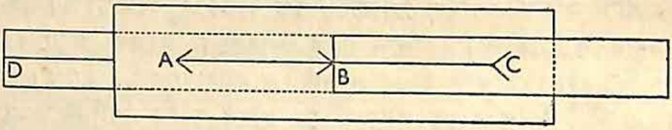
Basic Concept :—(পূর্ব পরীক্ষার No. IX. অনুরূপ) পরিবেশের প্রভাবে মানবমনে অধ্যাসের সৃষ্টি হয়। Müller-Lyer figure এমন একটি পরিবেশ রচনা করে যে প্রত্যেকেই প্রায় অধ্যাসে পড়ে। এই অধ্যাসকে Müller-Lyer illusion বলে।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—White paper, mm. scale, pencil, protractor, eraser, screen, etc.

Procedure :—Müller-Lyerএর AB অংশ Arrow head এবং BC অংশ Feather head বলিয়া পরিচিত। একটি চওড়া সাদা কাগজের উপর AB Arrow

head এবং অপেক্ষাকৃত কম চওড়া আর একটি কাগজের উপর DC সরলরেখার C-তে Feather head এবং ঐ DCএর বিপরীত পৃষ্ঠায় C বিন্দুর ঠিক বিপরীত বিন্দুকে শূন্য ধরিয়া D পর্যন্ত একটি mm. scale তৈয়ারী করা হইল। AB এর Bতে এমনভাবে কাটা হইল যাহাতে DC কাগজটি ঐ কাটা অংশের মধ্য দিয়া টানা



MULLER-LYER FIGURE

যায়। AB অংশ অপেক্ষা BC অংশ ক্ষুদ্রতর মনে হইলে অভীক্ষার্থী ডান হাতে C অংশ টানিয়া AB = BC করিতে পারে এবং বৃহত্তর মনে হইলে D অংশ বাম হাতে টানিয়া AB = BC করিতে পারে।

এইভাবে অভীক্ষার্থী Müller-Lyer figureটিকে প্রথমে দশবার ক্ষুদ্রতর হইতে সমান (Smaller to equality) এবং পরে দশবার বৃহত্তর হইতে সমান (greater to equality) করিল। AB অংশের দৈর্ঘ্য নির্দিষ্ট এবং তাহা mm. scaleএ পরিমাপ করা হইল। আর অভীক্ষার্থী মোট ২০ বার BCএর যে দৈর্ঘ্যনির্দেশ করিল তাহা ঐ BCএর উল্টা পৃষ্ঠায় লিখিত mm. scale হইতে পরিমাপ করা হইল।

এই ফলাফলগুলি ছক করিয়া লেখা হইল এবং অভীক্ষার্থীর এই Müller-Lyer figure প্রত্যক্ষণের ফলে যে অধ্যাস ঘটিল তাহা নির্ণয় করা হইল। এই Methodটি Reproduction Method—ইহা Psychophysical Methodsএর অন্যতম।

Precautions :—একদিকে একটানে রেখা দুইটিকে সমান করিতে হইবে। এদিক ওদিক টানাটানি করা চলিবে না।

অভীক্ষার্থী যাহাতে পিছনের স্কেলটি বুঝিতে কিংবা দেখিতে না পায় সেজন্য সতর্ক হইতে হইবে।

Müller-Lyer figureটি পরিষ্কার করিয়া অঙ্কন করিতে ও উহা যথাস্থানে সংযোজন করিতে হইবে।

Instruction to the Subject :—"তোমার সম্মুখের চিত্রটিতে AB অপেক্ষা BC ক্ষুদ্রতর করিয়া দিয়াছি। তুমি BC অংশটি ডান হাতে টানিয়া AB = BC করিয়া দাও। এইভাবে যতবার আমি ক্ষুদ্রতর করিয়া দিব ততবার তুমি উহাকে সমান করিয়া দিবে।

আবার আমি যতবার AB অপেক্ষা BC বৃহত্তর কয়িয়া দিব ততবারই তুমি D অংশটি বাম হাতে টানিয়া AB=BC করিয়া দিবে। দেখ একদিকে একবারে টানিয়া সমান করিতে হইবে। এদিক ওদিক টানাটানি করা চলিবে না।

পরীক্ষা শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার একটি বিবরণী লিখিয়া দিবে।”

Result :—Standard length (AB) = 30 mm.

Table No. 2. Smaller to equality

No. of observation	Length estimated by the subject in mm.	Error of estimation in mm.	Mean Error of estimation in mm.
1	28	−2	—
2	26	−4	—
3	29	−1	—
4	27	−3	—
5	28	−2	—
6	29	−1	−1·9
7	30	−0	—
8	29	−1	—
9	27	−3	—
10	28	−2	—

Table No. 3. Greater to equality

No. of obs.	Length estimated by the subject in mm.	Error of estimation in mm.	Mean Error of estimation in mm.
1	25	−5	—
2	27	−3	—
3	28	−2	—
4	26	−4	—
5	29	−1	—
6	26	−4	−3·3
7	25	−5	—
8	27	−3	—
9	28	−2	—
10	26	−4	—

Grand Mean error of estimation in mm. $= \frac{(-1{\cdot}9)+(-3{\cdot}3)}{2} = \frac{-5{\cdot}2}{2}$

$-2{\cdot}6$ mm.

Introspection of the Subject :—“ক্ষুদ্রতর হইতে সমান করিবার সময় ডান হাতে কাজ করিতে বিশেষ অসুবিধা হয় নাই কিন্তু বৃহত্তর হইতে সমান করিবার সময় বাম হাতে কাজ করিতে বড় অসুবিধা বোধ করিতেছিলাম। সমান করিবার

পর মনে হইতেছিল যে বোধ হয় সমান হয় নাই—বড় হইয়া গেল। এইভাবে সন্দেহ-দোলায় দোদুল্যমান অবস্থায় কাজ করিয়াছি।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় Müller-Lyer figure পর্যবেক্ষণে অভীক্ষার্থীর যে অধ্যাস বা ভুল প্রত্যক্ষণ হইয়াছে তাহার পরিমাণ গড়ে −2·6 mm.

Remarks :—অভীক্ষার্থী ডান হাতে ক্ষুদ্রতর হইতে সমান করিবার সময় গড়ে −1·9 mm. কিন্তু বাম হাতে বৃহত্তর হইতে সমান করিবার সময় গড়ে −3·3 mm. ভুল প্রত্যক্ষণ হইয়াছে। সুতরাং প্রথম ক্ষেত্র অপেক্ষা দ্বিতীয় ক্ষেত্রে অধ্যাসের পরিমাণ অনেক বেশী। কারণ বাম হাতে কাজ করা অসুবিধাজনক। ডান হাতে কাজ করা সুবিধাজনক এবং তাহাই অভ্যাস। তবে উভয় ক্ষেত্রেই অধ্যাস ঘটিয়াছে এবং ক্ষুদ্রতর রূপে পরিগণিত হইয়াছে। মূলতঃ Müller-Lyer figureটি এমন একটি পরিবেশ রচনা করে যে উহা পর্যবেক্ষণে অধ্যাস বা ভুল প্রত্যক্ষণ হইয়া থাকে। দুইটি রেখা সমান হইলেও AB (Arrow head) অপেক্ষা BC (Feather head)কে বৃহত্তর মনে হয়। অর্থাৎ Arrow headটি ক্ষুদ্রতর এবং Feather headটি বৃহত্তর রূপে পরিগণিত হয়।

CHAPTER VIII

After-image

No. XI.

Place a small coloured piece of paper on the table. Fixate on it for one minute. (Ask another person to help you in the experiment by giving time signals at the beginning and end of one minute with the help of a stop-watch). Immediately after one minute look steadily at the wall in front of you and note your experiences.

H. S. 1960 Q. 5 & 1961 Q. 10.

Materials Required :—2 square inches red coloured piece of paper, stop-watch, paper, pen, etc.

Procedure :—দুই বর্গ ইঞ্চি পরিমিত লাল রং-এর কাগজটি ডান চক্ষু হইতে ৪০ সেন্টিমিটার দূরে টেবিলের উপর রাখা হইল। (অপর একজন stop-watchএর সাহায্যে ১ মিনিট কাল নির্দেশ করিল।) বাম চক্ষু বন্ধ করিয়া কেবলমাত্র ডান চক্ষু দিয়া ঐ এক মিঃ ঐ লাল রংএর কাগজটি লক্ষ্য করা হইল। তারপর সম্মুখের ৪০ সেন্টিমিটার দূরের সাদা দেওয়ালের দিকে ডান চক্ষুর দৃষ্টি নিবদ্ধ করা হইল এবং তাহার পর অভিজ্ঞতাগুলি নিম্নে লিপিবদ্ধ করা হইল।

Introspective report :—"লাল রংএর কাগজটি লক্ষ্য করিবার সময় আমার মনে হইল যেন ঐ লাল রংএর চারিদিকে সবুজ রংএর আভা ছড়াইয়া রহিয়াছে। আবার যখন সম্মুখের দেওয়ালের দিকে দৃষ্টিপাত করিলাম তখন দেখি যে উক্ত রংএর আকারের একটা চারকোণা ছায়া দেওয়ালের উপর যেন ভাসিয়া উঠিল। তারপর ধীরে ধীরে ঐ ছায়াটি ধূসর হইয়া গেল। একটু পরেই ঐ ধূসর রংটি হাল্কা সবুজ রংএ রূপান্তরিত হইয়া গেল—ক্রমে ক্রমে ঐ হাল্কা সবুজ রংটি গাঢ়তর হইতে লাগিল। কিন্তু আকারের কোন পরিবর্তন হইল না। আবার কিছুক্ষণের মধ্যেই সবুজ রংটি যেন লঘুতর ও অস্পষ্ট হইতে হইতে একেবারেই অদৃশ্য হইয়া গেল। তারপর আর কিছুই দৃষ্টিগোচর হইল না। আবার একটু পরেই পূর্ববৎ একটি চারকোণা ছায়া দৃষ্টিপথে পতিত হইল। ঐ ছায়াটি আবার লঘুতর সবুজ রংএর রূপ পরিগ্রহ করিল। ক্রমে ক্রমে এই লঘুতর রংটি গাঢ় হইতে গাঢ়তর হইতেছিল। এবারেও আকারের কোন পরিবর্তন দেখা গেল না। একটু পরেই ঐ সবুজ রংএর তীব্রতা কমিয়া আসিতে লাগিল—ক্রমে যেন সবুজ রংটা অস্পষ্ট হইতেছিল এবং শেষ পর্যন্ত একেবারেই অদৃশ্য হইয়া গেল। তারপর যেন সব রংএর ধাঁধা কাটিয়া গেল—আর কোন কিছুই দৃষ্টিগোচর হইল না—চোখের সম্মুখে ধরা পড়িল কেবলমাত্র শূন্য সাদা দেওয়াল্—দৃষ্টিপথে আর কোন কিছু আসে কিনা তাই ঐ সাদা দেওয়ালটির দিকে অধীর আগ্রহে অনেকক্ষণ তাকাইয়া রহিলাম। কিন্তু আর কোন কিছুরই দর্শন না পাইয়া হতাশ হইয়া পড়িলাম। অবশেষে নিজেকে শান্ত করিয়া অন্যদিকে দৃষ্টি ফিরাইলাম।"

CHAPTER IX

Memory

No. XII.

To prepare a list of 10 (ten) three-worded sense syllables (in English language) and find out the retentive capacity of your subject after presenting the list to him six times. Exposure time for each presentation is 20 seconds. H. S. 1961. Q. 7.

Basic Concept :—অতীত অভিজ্ঞতাকে মনের মধ্যে সংরক্ষণ ও প্রয়োজনমত চেতন মনে সেটিকে আবার লইয়া আসাকেই স্মরণ ক্রিয়া বলে। অর্থাৎ অতীত অভিজ্ঞতার পুনরুজ্জীবনই হইল স্মরণ ক্রিয়া। সুতরাং স্মরণ ক্রিয়া তিনটি

প্রক্রিয়ার উপর নির্ভরশীল। (১) মনের উপর বস্তুর ছাপ বা শিক্ষা (Registration or learning), (২) মনের ধারণাশক্তি বা সংরক্ষণশক্তি (Retentive capacity) এবং (৩) স্মরণ বা পুনরুদ্রেকের শক্তি (Remembering)।

মনের ধারণা শক্তি একটি নিষ্ক্রিয় মানস প্রক্রিয়া, কিন্তু পুনরুদ্রেক সক্রিয় মানস প্রক্রিয়া। সেজন্য পুনরুদ্রেকের সাহায্যে ধারণা শক্তির পরিমাপ করা হয়। অর্থাৎ যে যতটা পুনরুদ্রেক করিতে পারে তাহার ধারণা শক্তি ততটা বলিয়া ধরা হয়।

এখানে ১০টি অর্থযুক্ত শব্দের একটি তালিকা অভীক্ষার্থীকে ছয়বার দেখাইবার পর সে যতটা মনে রাখিতে পারিবে তাহার ধারণাশক্তি ততটা বলিয়া পরিমাপ করা হইবে।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—Exposure apparatus, stop-watch, screen, scale, pencil, etc.

Rules for preparing a list of 10 (ten) three-worded sense syllables.

(১) Syllableগুলি অর্থযুক্ত কিন্তু সমন্বয়হীন হইবে।

(২) প্রত্যেক syllable তিন বর্ণ বিশিষ্ট হইবে—প্রথম ও তৃতীয়টি Consonant ও দ্বিতীয়টি Vowel হইবে।

(৩) কোন Consonant একই syllableএ অথবা পর পর syllableএ অথবা listএর সর্বপ্রথম ও সর্বশেষ syllableগুলিতে ব্যবহৃত হইবে না।

(৪) কোন Vowel listএর মধ্যে পরপর syllableএ অথবা সর্বপ্রথম ও সর্বশেষ syllableগুলিতে ব্যবহৃত হইবে না।

(৫) Listটির syllableগুলিতে letterগুলির মধ্যে কোনরূপ ক্রম (order) থাকিবে না।

(৬) Listটির মধ্যে কোন syllable পুনরাবৃত্ত হইবে না।

(৭) Letterগুলি Capital letterএ লিখিতে হইবে।

Procedure :—উল্লিখিত নিয়মাবলী অনুসরণ করিয়া ১০টি তিন অক্ষর বিশিষ্ট অর্থযুক্ত syllablesএর একটি তালিকা প্রস্তুত করা হইল। ২০ ইঞ্চি লম্বা ও ১০ ইঞ্চি চওড়া একটি পীচ্ বোর্ডের কেন্দ্রস্থিত এক বর্গ ইঞ্চি ছিদ্রের মধ্য দিয়া প্রত্যেকটি syllable দুই সেকেণ্ড ধরিয়া ঐ তালিকাটির প্রথম হইতে শেষ পর্যন্ত এক এক করিয়া দেখান হইল এবং তালিকাটি দেখান শেষ হইলে অভীক্ষার্থীকে ঐ syllableগুলি নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে লিখিতে বলা হইল। এইভাবে পর পর ছয়বার একইভাবে পরীক্ষাটি পুনরাবৃত্ত করা হইল।

অভীক্ষার্থীর ফলাফল গুলি ছক করিয়া লেখা হইল ও প্রয়োজনীয় হিসাব করা হইল।

Instructions to the subiect :—"সম্মুখের চেয়ারে আরাম করিয়া বস। তোমার সম্মুখস্থ পীচ্ বোর্ডের একটি ছিদ্রের মধ্য দিয়া আমি তোমাকে যাহা দেখাইব তাহা তুমি খুব মনোযোগ সহকারে দেখিবে। দেখান শেষ হইলে ঐগুলি নিভু'লভাবে ও ক্রমানুসারে লিখিবার চেষ্টা করিবে। যতবার তোমাকে দেখাইব ততবারই তোমাকে মনোযোগ সহকারে লক্ষ্য করিতে হইবে এবং দেখান শেষ হইলেই ঐগুলি নিভু'লভাবে ও ক্রমানুসারে লিখিতে চেষ্টা করিবে।

পরীক্ষা শেষ হইলে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার ও কার্যকলাপের একটি আনুপূর্বিক বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Precautions :—(১) অভীক্ষার্থী যাহাতে তালিকাটি পূর্ব হইতে দেখিয়া লইতে না পায় সেজন্য অভীক্ষক ও অভীক্ষার্থীর মাঝখানে একটি পর্দা ব্যবহার করিতে হইবে।

(২) Stop-watch এর সাহায্যে প্রত্যেকটি syllable দুই সেকেণ্ড ধরিয়া দেখাইতে হইবে এবং দেখাইবার সময়ে একভাবে দেখাইতে হইবে।

Result :—**Table No. 4.**

No. of sylla-bles	Syllables presented to the subject	Syllables reproduced by the subject — No. of times (trials) presented: 1	2	3	4	5	6
1	MAT	MAT	MAT	MAT	MAT	MAT	MAT
2	KID	KIN×	KID	KID	KID	KID	KID :
3	RUN	RAT×	RAT×			RUN	RUN
4	GET			GOT×	GOT×	GOT×	GET
5	MOB				DOG×	DOG×	DOG×
6	PUT			BUT×	BUT×	BUT×	PUT
7	BEG		BAG×	BEG	BEG	BEG	BEG
8	DOT	DOL×	ROT×	ROT×	DOT	DOT	DOT
9	BAR	BAR	BAR	BAR	BAR	BAR	BAR
10	FUN	FUN	FUN	FUN	FUN	FUN	FUN
No. of syllables reproduced by the subject correctly.		3	4	5	6	7	9
% of syllables reproduced by the subject correctly		30%	40%	50%	60%	70%	90%

Introspection of the subject :—"অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী কার্য করিবার যথাসাধ্য চেষ্টা করিয়াছি, কিন্তু পরীক্ষাটা আমার ভাল না লাগায় আমি মাঝে মাঝে অন্যমনস্ক হইয়া গিয়াছিলাম।

দেখিবার সময় প্রত্যেকটি syllable আমার নিকট অর্থযুক্ত মনে হইয়াছিল, কিন্তু লিখিবার সময় syllableগুলি এলোমেলো ভাবে মনে হইতেছিল। যাহা হউক আমি এই পরীক্ষায় সর্বপ্রথম প্রথমের ও শেষের syllableগুলি এবং সর্বশেষে মাঝের syllableগুলি মনে রাখিবার চেষ্টা করিয়াছিলাম।"

Conclusion :—অর্থযুক্ত দশটি syllableএর একটি তালিকা অভীক্ষার্থীকে ছয়বার দেখানোর পর সে মোট ৯টি নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে লিখিতে পারিয়াছিল। সুতরাং এ ক্ষেত্রে তাহার ধারণাশক্তি (retentive capacity) হইতেছে দশের মধ্যে নয় (৯০%)।

Remarks :—উপরোক্ত পরীক্ষায় ধারণাশক্তি প্রথমবারে ৩, কিন্তু দ্বিতীয়বারে মাত্র ৪ এবং তৃতীয়, চতুর্থ, পঞ্চম ও ষষ্ঠ বারে যথাক্রমে ৫, ৬, ৭ ও ৯ ছিল। প্রথমবারে যতটা ধারণাশক্তির পরিচয় পাওয়া গিয়াছিল তৎপরবর্তীবারে পূর্বাপেক্ষা কিছু বেশী ধারণাশক্তির প্রমাণ পাওয়া গেল—সুতরাং যত বেশী বার পুনরাবৃত্ত করা যায় ক্রমে ক্রমে তত বেশী ধারণাশক্তির প্রকাশ হয়, কিন্তু তাহারও একটা সীমা আছে।

No. XIII.

To compare the memorizing capacity of your subject for two different kinds of materials – 7 (seven) non-sense syllables and 7 (seven) geometrical drawings, presented visually. (H. S. 1960—Q. 1.)

Basic Concept :—স্মৃতিশক্তি (memorizing capacity) হইল অতীত অভিজ্ঞতাকে মনের মধ্যে সংরক্ষণ এবং প্রয়োজনমত চেতন মনে সেটিকে আবার উদ্দীপিত করা অর্থাৎ অতীত অভিজ্ঞতার পুনরুজ্জীবনই হইল স্মৃতিশক্তি।

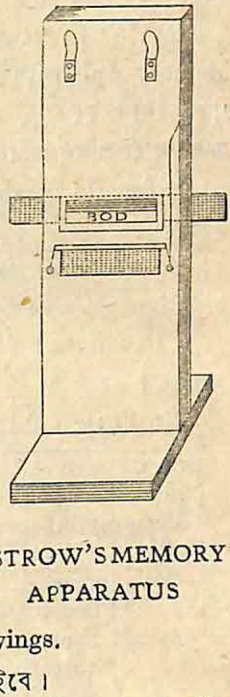
কোন একটি বিষয় স্মৃতিগত করিতে যতবার পুনরাবৃত্তির প্রয়োজন হয় তাহা নির্ণয় করিয়া অভীক্ষার্থীর স্মৃতিশক্তির পরিমাপ করা যায়। কোন বিষয় স্মৃতিগত করিতে যত কম সময় এবং যত কম পুনরাবৃত্তির প্রয়োজন হয়, স্মৃতিশক্তি তত প্রখর ও ভাল বলিয়া বলা হয়।

এই পরীক্ষা দ্বারা দুই প্রকার বিষয়ের সাহায্যে অভীক্ষার্থীর স্মৃতিশক্তির পরিমাপ করিয়া তুলনা করিতে হইবে।

Preliminaries :—(পূর্বলিখিত পরীক্ষার অনুরূপ)।

Materials required :—Jastrow's Memory Apparatus, stop-watch screen, scale, paper, pencil, etc.

Short Description of the Apparatus :—Jastrow's Memory Apparatusটি একটি গবাক্ষযুক্ত কাষ্ঠ নির্মিত যন্ত্র বিশেষ। ৩০ সেন্টিমিটার লম্বা ২৫ সে. মি. প্রস্থযুক্ত একটি কাষ্ঠের উপর ২৫ সে. মি. প্রস্থ এবং ১৭ সে. মি. উচ্চতা বিশিষ্ট এবং একটি গবাক্ষযুক্ত কাষ্ঠ লম্বভাবে দণ্ডায়মান। গবাক্ষটি ৪ সে. মি. প্রস্থ ও ২৬ সে. মি. দৈর্ঘ্যযুক্ত। লম্বভাবে দণ্ডায়মান কাষ্ঠটির পশ্চাতে ৩৮ সে. মি. দৈর্ঘ্য ও ২২ সে. মি. প্রস্থ বিশিষ্ট এবং ২১টি কিলকযুক্ত একটি কাঠের ক্রেম ইচ্ছামত উঠান ও নামান যাইতে পারে। কিলকগুলি ২·৫ সে.মি. দূরত্বে পরস্পর অবস্থিত। একটি ছিটকিনীর দ্বারা কিলকগুলির সাহায্যে কাঠের ক্রেমটি ইচ্ছামত ধীরে ধীরে নামান হয়। ঐ কাঠের ক্রেমটির সহিত দর্শনীয় বিষয়গুলি কাগজে লিখিয়া কিংবা আঁকিয়া আটকাইয়া দেওয়া যায়। গবাক্ষের সম্মুখস্থ screenটি তুলিয়া দিয়া গবাক্ষের মধ্য দিয়া কাঠের ক্রেমটির উপর কাগজে লিখিত বিষয়গুলির প্রত্যেকটি পর পর ইচ্ছামত ধীরে ধীরে অভীক্ষার্থীকে দেখান যাইতে পারে।



JASTROW'S MEMORY APPARATUS

Rules for preparing a list of non-sense syllables.

(১) Syllable অর্থহীন ও সমন্বয়হীন হইবে।

{বাকী নিয়মগুলি পূর্ব্বলিখিত পরীক্ষার (No. XII) নিয়মানুযায়ী হইবে।}

Rules for preparing a list of geometrical drawings.

(১) প্রত্যেকটি ছবি তিনটি সরলরেখা দ্বারা তৈয়ারী হইবে।

(২) তিনটি রেখার মধ্যে দুইটি রেখা লম্বায় পরস্পর সমান হইবে এবং তৃতীয় রেখাটি লম্বায় অপরগুলির অর্ধেক হইবে।

(৩) লম্বা সরলরেখা দুইটি সর্ব্বদা জোড়া থাকিবে।

(৪) রেখাগুলি হয় শেষে না হয় মাঝখানে জোড়া লাগান হইবে।

(৫) রেখাগুলি সমকোণে জোড়া লাগিবে।

(৬) কোন রেখা পরস্পরকে আড়াআড়ি ভাবে ছেদ করিবে না।

(৭) Listএর কোন ছবি অপর ছবির মত হইবে না।

Procedure :—উপরিলিখিত নিয়মানুযায়ী ৭টি অর্থহীন syllables এবং ৭টি জ্যামিতিক ছবির সাহায্যে দুইটি list প্রস্তুত করা হইল। ৭টি non-sense syllablesএর listটি একটি সাদা কাগজে Block letterএ লিখিয়া Jastrow's Memory Apparatusএর কাঠের ক্রেমটির উপর এমনভাবে আটকাইয়া

দেওয়া হইল যে ঐ ছিটকিনী ও কিলকের সাহায্যে পরপর একটি একটি syllable গবাক্ষের মধ্য দিয়া অভীক্ষার্থীকে দেখান যায়।

অভীক্ষাথার চক্ষুর সমান উচ্চতায় ৪০ সে. মি. দূরত্বে Jastrow's Apparatusটি একটি টেবিলের উপর স্থাপন করা হইল। অভীক্ষার্থী যতবার পর্য্যন্ত listটি প্রথম হইতে শেষ পর্যন্ত প্রত্যেকটি syllable ২ সেকেণ্ড ধরিয়া দেখান হইল।

৫ মিনিট বিশ্রামের পর পূর্ব পদ্ধতি অনুযায়ী ৭টি জ্যামিতিক ছবি ঐ Jastrow's Memory Apparatusএর সাহায্যে প্রত্যেকটি drawing ২ সেকেণ্ড ধরিয়া পর পর দেখান হইল। যতবার পর্য্যন্ত অভীক্ষার্থী ঐ ৭টি ছবি নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে অঙ্কন করিতে না পারিল ততবার পূর্ববৎ দেখান হইল।

অভীক্ষার্থীর লেখাগুলি ছককরিয়া লেখা হইল ও প্রয়োজনীয় হিসাব করা হইল।

Instructions to the subject :–(পূর্বলিখিত পরীক্ষার No. XII. Instructionsএর অনুরূপ)।

Precautions :–{ পূর্বলিখিত পরীক্ষার (No. XII Precautions এর) অনুরূপ }

Result :–Table No. 5.

No. of non-sense syllables	Non-sense syllables presented to the subject	Syllables reproduced by the subject — No. of trials: 1	2	3	4	5	6
1	BOD	BOD	BOD	BOD	BOD	BOD	BOD
2	GAK	GAK	GAK	GAK	GAK	GAK	GAK
3	NUP	KER×	NOP×	NUP	NUP	NUP	NUP
4	KIR		KIR	MAG×	KIR	KIR	KIR
5	MAJ		MAJ	LEK×	MAG×	LEV	MAJ
6	HOK	MAJ	TIS×	TIS×	HOK	NIS×	HOK
7	LEV	HUN×	HAP×			HOK	LEV
Number of syllables reproduced correctly		3	4	3	5	6	7
% of syllables reproduced correctly		42·86%	57·14%	42·86%	71·43%	85·71%	100%

Introspection of the subject :—"প্রথম পরীক্ষাটির প্রতি আমি মনোযোগ করিবার যথাসাধ্য চেষ্টা করিয়াছিলাম, কিন্তু বিষয়বস্তুগুলি আমার নিকট নিরস ও অর্থহীন হওয়ায় আমি অনেক সময় অন্যমনস্ক হইয়া পড়িয়াছিলাম। এই প্রথম

Table No. 6.

No of drawings	Drawings presented to the subject	Drawings reproduced by the subject			
		Number of trials			
		1	2	3	4
1		✓	✓	✓	✓
2		✓	✓	✓	✓
3		×	✓	✓	✓
4		✓	✓	✓	✓
5			×	✓	✓
6				✓	✓
7				×	✓
No of drawings reproduced correctly		3	4	6	7
P. C. of drawings reproduced correctly		42·86%	57·14%	85·71%	100%

পরীক্ষাটি আমার নিকট ভাল লাগা তো দূরের কথা বরং আমার অসন্তোষ সৃষ্টি করিয়াছিল। এই অর্থহীন শব্দগুলির সর্বপ্রথমে প্রথমগুলি ও পরে মাঝেরগুলি এবং সর্বশেষে শেষেরগুলিকে মনে রাখিবার চেষ্টা করিয়াছিলাম।

কিন্তু দ্বিতীয় পরীক্ষাটা আমার একটু ভাল লাগিয়াছিল। কারণ ছবি আঁকা আমার ভাল লাগে এবং ছবি আঁকিতে আমার যথেষ্ট আগ্রহ ও অনুরাগ আছে। ছবি আঁকার মধ্যে আমি আনন্দের সন্ধান পাই। যাহা হউক, ঐ ছবিগুলিকে প্রথম হইতে ধীরে ধীরে শেষ পর্যন্ত মনে রাখিবার ও আঁকিবার চেষ্টা করিয়াছিলাম।"

Conclusion :—উপরোক্ত পরীক্ষায় অভীক্ষার্থী ৭টি অর্থহীন শব্দ ছয়বারে এবং ৭টি ছবি চারবারে নির্ভুলভাবে স্মৃতিগত করিয়াছিল। সুতরাং অভীক্ষার্থীর স্মৃতিশক্তি প্রথম ক্ষেত্রে ছয় এবং দ্বিতীয় ক্ষেত্রে চার। অভীক্ষার্থীর স্মৃতিশক্তি প্রথম ক্ষেত্র অপেক্ষা দ্বিতীয় ক্ষেত্রে অধিকতর ভাল বলা যাইতে পারে।

Remarks :—৭টি অর্থহীন শব্দ ছয় বারে কিন্তু ঐ সমান সংখ্যক ৭টি ছবি মাত্র চার বারে অভীক্ষার্থী নির্ভুলভাবে স্মৃতিগত করিয়াছিল। অর্থহীন শব্দ অপেক্ষা

ছবিগুলি অল্প সময়ের মধ্যে সে স্মৃতিগত করিয়াছিল। কারণ অর্থহীন শব্দ অপেক্ষা ছবিগুলি তাহার নিকট অধিক আকর্ষণীয় ছিল।

No. XIV. To determine the span of memory of the subject using digits presented auditorily.

Basic Conceptঃ স্মৃতি সাধারণতঃ তিনটি মানসিক প্রক্রিয়ার উপর নির্ভরশীল। যথা—(১) শিক্ষা (learning) (২) ধৃতি বা সংরক্ষণ (retention), (৩) স্মরণ (remembering)। কোন বিষয়বস্তু একবার মাত্র ইন্দ্রিয়গোচর হইয়া যতটা স্মরণ থাকে তাহাকে স্মৃতির বিস্তার বা প্রসর (span of memory) বলে।

Preliminaries :—Same as before.

Materials required :—Stop-watch; screen, scale, pencil, paper, etc.

Rules for preparation of numbers :—

(১) অঙ্কগুলির মধ্যে কোনপ্রকার ক্রম (order) থাকিবে না।

(২) একই অঙ্ক কোন সংখ্যার প্রথমে ও শেষে ব্যবহৃত হইবে না।

(৩) কোন অঙ্ক কোন সংখ্যার মধ্যে পর পর ব্যবহৃত হইবে না।

(৪) ৩টি অঙ্ক বিশিষ্ট সংখ্যা হইতে আরম্ভ করিয়া ক্রমে একটি করিয়া অঙ্ক বাড়াইয়া যাইতে হইবে এবং কমপক্ষে ৯টী অঙ্কবিশিষ্ট সংখ্যা পর্যন্ত প্রস্তুত করিতে হইবে।

(৫) এই ভাবে তিনটী শ্রেণী প্রস্তুত করিতে হইবে।

(৬) কোন শ্রেণীর মধ্যে কোন সংখ্যা আংশিকভাবেও পুনরাবৃত্ত হইবে না।

Procedure :—প্রতি সংখ্যার প্রতিটি অঙ্ক প্রতি সেকেণ্ডে অভীক্ষার্থীকে শোনান হইল এবং তাহার লিখিত উত্তরটি ছক করিয়া লেখা হইল। তিন অঙ্ক বিশিষ্ট সংখ্যা হইতে আরম্ভ করিয়া প্রত্যেক বারেই একটি অঙ্ক বাড়াইয়া দেওয়া হইল। এইভাবে অভীক্ষার্থী যেখানে পর পর দুইটি সংখ্যা নির্ভুলভাবে লিখিতে ব্যর্থ হইল সেখান পর্য্যন্ত পরীক্ষা চালান হইল। এইভাবে প্রথম শ্রেণী পরীক্ষার শেষে পাঁচ মিনিট বিশ্রামের পর দ্বিতীয় শ্রেণী এবং দ্বিতীয় শ্রেণী পরীক্ষার শেষে পাঁচ মিনিট বিশ্রামের পরে তৃতীয় শ্রেণী পরীক্ষা করা হইল এবং অভীক্ষার্থীর উত্তরগুলি ছক করিয়া লেখা হইল।

যত অঙ্ক বিশিষ্ট সংখ্যা নির্ভুলভাবে লিখিল সেটির জন্য তত নম্বর পাইল এবং ভুল উত্তরের জন্য কোন নম্বর দেওয়া হইল না। এই তিনটি শ্রেণীর বৃহত্তম নম্বরগুলির গড়ই অভীক্ষার্থীর স্মৃতির বিস্তার হইল।

Instructions to the Subject :—"আরাম করিয়া বস। তোমাকে আমি কতকগুলি অঙ্ক পড়িয়া শুনাইব। সেগুলি তুমি খুব মনোযোগ দিয়া শুনিবে এবং

আমার বলা শেষ হইলেই সেগুলি তুমি নিভু'লভাবে লিখিবার চেষ্টা করিবে। দেখ ভুল যেন না হয়—মনোযোগ দিয়া কাজ করিবে। অঙ্কগুলি একবার মাত্র বলিব—কোন অঙ্ক একাধিকবার বলিব না—সুতরাং কান খাড়া করিয়া রাখিবে।

পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার একটি বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Result :—Table No. 7.

No. of obs.	Digits presented to the subject	Digits reproduced by the subject	Remarks Correct ✓ Incor. ×	Scores
		Series I		
1	537	537	✓	3
2	9625	9625	✓	4
3	72948	72948	✓	5
4	953852	953852	✓	6
5	4792746	4793329	×	
6	59724758	59374582	×	
		Series II		
1	497	497	✓	3
2	9573	9573	✓	4
3	59728	59728	✓	5
4	479529	479529	✓	6
5	6927352	6927352	✓	7
6	37258492	37528385	×	
7	493853726	493752436	×	
		Series III		
1	259	259	✓	3
2	6392	6392	✓	4
3	93573	93573	✓	5
4	695279	695279	✓	6
5	7295248	7294258	×	
6	95279325	95379235	×	

Average of highest score of three Series $= \frac{6+7+6}{3}$

$= 6{\cdot}33$

Introspection of the Subject :—"অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী কার্য্য করিবার চেষ্টা করিয়াছিলাম কিন্তু পরীক্ষাটা আমার বিশেষ ভাল লাগে নাই। তাই মাঝে মাঝে অন্যমনস্ক হইয়া গিয়াছিলাম।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় অভিক্ষার্থীর স্মতির বিস্তার ৬·৩৩

Remarks :—অভীক্ষার্থীর স্মৃতির বিস্তার প্রথম, দ্বিতীয ও তৃতীয় শ্রেণীতে যথাক্রমে ৬, ৭ ও ৬ হইয়াছে। এ ক্ষেত্রে এই তিনটি রাশির গড় (৬·৩৩) করিয়া অভীক্ষার্থীর স্মৃতির বিস্তার নির্ণীত হইয়াছে। কিন্তু কেহ কেহ এই তিন রাশির মধ্যে বৃহত্তম রাশিকেই (৭) অভীক্ষার্থীর স্মৃতির বিস্তার বলিয়া স্বীকার করেন। এই দুই মতই বিজ্ঞান সম্মত।

No. XV. To determine the span of memory of the subject using letters presented visually.

Basic Concept:—Same as before. No. XIV.

Preliminaries :– Same as before.

Materials Required :—Exposure apparatus; stop-watch, screen, paper, pencil, etc.

Rules for the preparation of 3 series of letters :—

(১) বর্ণগুলির মধ্যে কোনপ্রকার ক্রম (order) থাকিবে না।

(২) একই বর্ণ কোন বর্ণমালার প্রথমে ও শেষে ব্যবহৃত হইবে না।

(৩) কোন বর্ণ কোন বর্ণমালার মধ্যে পর পর ব্যবহৃত হইবে না।

(৪) ৩টি বর্ণ লইয়া বর্ণমালা আরম্ভ করিয়া ক্রমে ১টি করিয়া বাড়াইয়া যাইতে হইবে এবং কমপক্ষে ৯টি বর্ণ পর্য্যন্ত ব্যবহার করিতে হইবে।

(৫) এইভাবে তিনটি শ্রেণী তৈয়ারী করিতে হইবে।

(৬) কোন শ্রেণীর মধ্যে কোন বর্ণমালা আংশিকভাবেও পুনরাবৃত্ত হইবে না।

Procedure :—Exposure apparatusএর সাহায্যে প্রতি সেকেণ্ডে ১টি বর্ণ অভীক্ষার্থীকে দেখান হইল। প্রথম শ্রেণীর তিন বর্ণবিশিষ্ট বর্ণমালা হইতে আরম্ভ করিয়া যতক্ষণ না অভীক্ষার্থী পরপর দুইটি বর্ণমালা নিভু́লভাবে লিখিতে ব্যর্থ হইল ততক্ষণ ক্রমে ক্রমে অগ্রসর হইতে হইল। অভীক্ষার্থীর উত্তরগুলি ছক করিয়া লেখা হইল।

পাঁচ মিনিট বিশ্রামের পর দ্বিতীয় শ্রেণী এবং আবার পাঁচ মিনিট বিশ্রামের পর তৃতীয় শ্রেণীর পরীক্ষা করা হইল। অভীক্ষার্থীর উত্তরগুলি ছক করিয়া লেখা হইল।

যত অঙ্ক বিশিষ্ট বর্ণমালা নিভু́লভাবে লিখিল সেটীর জন্য তত নম্বর দেওয়া হইল। ভুল উত্তরের জন্য কোন নম্বর দেওয়া হইল না। এই তিনটি শ্রেণীর বৃহত্তম নম্বরগুলির গড় দ্বারাই অভীক্ষার্থীর স্মৃতির বিস্তার নির্ণীত হইল।

Instructions to the Subject :—"তোমাকে আমি কতকগুলি বর্ণ একটি

ছিদ্রের মধ্য দিয়া পর পর দেখাইব। সেগুলি তুমি খুব মনোযোগ সহকারে লক্ষ্য করিবে। দেখান শেষ হইলেই সেগুলি নির্ভুলভাবে লিখিয়া দিবে। আমি প্রত্যেকটি বর্ণমালা একবার মাত্র দেখাইব; সুতরাং খুব ভালভাবে লক্ষ্য করিবে। দেখ ভুল যেন না হয়। কোন অসুবিধা হইলে আমাকে জানাইবে। পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার একটি বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Result : Table No. 8.

Series I

No. of obs.	Letters presented	Letters reproduced	Remarks Correct ✓ Incorrect ×	Scores
1	MKB	MKB	✓	3
2	DPCO	DPCO	✓	4
3	GKMPT	GKMPT	✓	5
4	NBPCDR	NBPCDR	✓	6
5	PCRLBPC	PCRLDPC	×	
6	MCLRPBDG	MCLRDBCG	×	
		Series II		
1	PBG	PBG	✓	3
2	CLRD	CLRD	✓	4
3	MRBDG	MRBDG	✓	5
4	KPCLRE	KPCLME	×	
5	MRLBKDG	MPLBEDG	×	
		Series III		
1	KBL	KBL	✓	3
2	PCRN	PCRN	✓	4
3	DKLBP	DKLBP	✓	5
4	LRPDBN	LRPDBN	✓	6
5	MDRBMCG	MDRDMBG	×	
6	NRPCMLBD	NRPDMLDB	×	

Average of highest scores of three series $= \frac{6+5+6}{3} = 5{\cdot}66$

Introspection of the subject :—"কাজের একঘেয়েমি আমার নিকট অত্যন্ত বিরক্তিকর হইয়াছিল। আর মাঝে মাঝে আমি অন্য মনস্ক হইয়া গিয়াছিলাম।"

Conclusion : এই পরীক্ষায় অভীক্ষার্থীর স্মৃতির বিস্তার ৫·৬৬ হইয়াছে।

Remarks : অভীক্ষার্থীর স্মৃতির বিস্তার প্রথম, দ্বিতীয় ও তৃতীয় শ্রেণীতে যথাক্রমে ৬, ৫ ও ৬ হইয়াছে। ইহাদের মধ্যে বৃহত্তম রাশি ৬। সেজন্য অভীক্ষার্থীর স্মৃতির বিস্তার ৬ বলা যাইতে পারে।

No. XVI. To determine the capacity of memory of the subject for 10 non-sense syllables presented auditorily using learning method.

Basic Concept :—স্মৃতি (Memory) প্রথমত: শিক্ষা (Learning), দ্বিতীয়তঃ ধৃতি বা সংরক্ষণ (Retention) এবং তৃতীয়তঃ স্মরণ (Remembering)এর উপর নির্ভরশীল। কোন নির্দিষ্ট বিষয়বস্তু মুখস্থ করিতে যে ব্যক্তির যতবার শুনিবার বা দেখিবার প্রয়োজন হয় ততবারই তাহার স্মৃতির ধারণাশক্তি বা ধারকত্ব (Capacity of memory) বলা হয়।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required:—Stop-watch, screen, paper, pencil, scale, etc.

Rules for the perparation of 10 non-sense syllables :—same as before in (No. XIII.)

Procedure—উপরিলিখিত নিয়মানুসারে ১০টি অর্থহীন syllables এর একটি তালিকা তৈয়ারী করা হইল। প্রত্যেকটি syllable দুই সেকেণ্ড অন্তর অভীক্ষার্থীকে শোনান হইল এবং যতক্ষণ পর্যন্ত না সে ১০টি syllables নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে লিখিতে পারিল ততবার ঐ ১০টি syllables অভীক্ষার্থীকে পূর্ববৎ শোনান হইল। তাহার লিখিত উত্তরগুলি ছক করিয়া লেখা হইল এবং প্রয়োজনীয় হিসাব করা হইল।

Instructions to the subject :—"আমি তোমাকে কতকগুলি কথা শুনাইব এবং তুমি সেগুলি খুব মনোযোগ সহকারে শুনিবে। আমার বলা শেষ হইলেই তুমি সেগুলি নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে লিখিবার চেষ্টা করিবে। যতবার আমি কথাগুলি শুনাইব ততবার ঐগুলি শুনিবার পরে তোমাকে নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে লিখিতে হইবে। পরীক্ষার শেষে তোমার মানসিক অবস্থার একটি বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Result :—Table No. 9.

No. of syllables	Non-sense syllables presented	Syllables reproduced by the subject Number of trials required. 1	2	3	4	5	6	7	8
1	BOD	BOD	BOD	BOD	BOD	BOD	BOD	BOD	BOD
2	GAK		GAK	GAK	GAK	GAK	GAK	GAK	GAK
3	NUP			NVB×	NUB×	NUP	NUP	NUP	NUP
4	KIR				MAL×	MAL×	KIR	KIR	KIR
5	MAJ					KIB×	MAL×	MAJ	MAJ
6	HOK						HAL×	HAL×	HOK
7	LEV						VEL×	LEV	LEV
8	KAG				KAG	KAG	KAG	KAG	KAG
9	MIB			DEL	MIB	MIB	MIB	MIB	MIB
10	DEL	DEL	DEL	MIB	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL
Number of Syllables reproduced correctly		2	3	4	5	6	7	9	10
% of syllables reproduced correctly		20%	30%	40%	50%	60%	70%	90%	100%

Introspection of the subject :—"এই পরীক্ষাটি আমার নিকট অত্যন্ত বিরক্তিজনক হইয়াছিল। কথাগুলি একেবারেই অর্থহীন ও সমন্বয়হীন এবং কিছুই বুঝিতে পারি নাই। তাই মনে রাখিতে বড় অসুবিধা বোধ করিতেছিলাম। যাহা হউক অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী কার্য করিবার চেষ্টা করিয়াছি মাত্র।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় আবৃত্তি পদ্ধতি (Learning method) সাহায্যে অভীক্ষার্থী ১০টি non-sense syllables মোট ৮ বারে নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে লিখিতে পারিয়াছিল। সুতরাং এক্ষেত্রে তাহার স্মৃতির ধারকত্ব ৮ মাত্র।

Remarks :—মাত্র ১০টি non-sense syllables মুখস্থ করিতে অভীক্ষার্থীর ৮টি trials লাগিয়াছিল। কারণ কথাগুলি একেবারেই অর্থহীন ও সমন্বয়হীন ছিল।

No. XVII. To determine the capacity of memory of the subject for 10 non-sense syllables presented auditorily using saving method.

Basic Concept :—Same as before (No. XVI)

Preliminaries :— ,,

Materials Required :— ,,

Rules for preparation of 10 non-sense syllables :—Same as in No. XIII.

Procedure :—পূর্ব পরীক্ষায় (No. XVI) যেদশটি non-sense syllables-এর একটি series অভীক্ষার্থীকে মুখস্থ করান হইয়াছিল, এক সপ্তাহ পরে সেই অভীক্ষার্থীকে সেই দশটি syllables-এর প্রত্যেকটি দুই সেকেণ্ড অন্তর শোনান হইল এবং যতক্ষণ পর্যন্ত না ঐ দশটি syllablesকে নির্ভুলভাবে ও পর্যায়ক্রমে লিখিতে পারিল ততবার ঐ দশটি syllables অভীক্ষার্থীকে পূর্ববৎ শোনান হইল। তাহার লিখিত উত্তরগুলি ছক করিয়া লেখা হইল এবং প্রয়োজনীয় হিসাব করা হইল।

Instructions to the subject :—Same as before (No. XVI.)

Result :—Table No. 10.

No. of syllables	Non-sense syllables presented	Syllables reproduced by the subject Number of trials required.				
		1	2	3	4	5
1	BOD	BOD	BOD	BOD	BOD	BOD
2	GAK	GAF×	GAK	GAK	GAK	GAK
3	NUP	NUL×	NUL×	NUP	NUP	NUP
4	KIR			KIN×	KIR	KIR
5	MAJ				MAL×	MAJ
6	HOK	HOB×	HOB×	HOB×	HOK	HOK
7	LEV	VEL×	VEL×	LEV	LEV	LEV
8	KAG		KAG	KAG	KAG	KAG
9	MIB	MIB	MIB	MIB	MIB	MIB
10	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL	DEL
No. of syllables reproduced correctly		3	5	7	9	10
% of syllables reproducedcorretly		30%	50%	70%	90%	100%

Introspections of the subject :—"কথাগুলি শুনিয়া মনে হইল যেন চেনা চেনা, কিন্তু তাহাদের মধ্যে কোন অর্থ কিংবা সমন্বয় খুঁজিয়া পাইলাম না। সেজন্য তাহাদিগকে মনে রাখা অসুবিধাজনক হইয়াছিল। এই পরীক্ষা আমার ভাল লাগে নাই। কোন প্রকারে অভীক্ষকের নির্দেশ পালন করিয়াছি মাত্র।"

Conclusion :—পুনরাবৃত্তি পদ্ধতি (Saving method) সাহায্যে অভীক্ষার্থী

১০টি non-sense syllables মোট ৫ বারে নির্ভুলভাবে ও পর্যায়ক্রমে মুখস্থ করিল। সুতরাং এক্ষেত্রে তাহার স্মৃতির ধারকত্ব ৫ মাত্র।

Remarks :—এক সপ্তাহ পূর্বে যে অভীক্ষার্থী ১০টি non-sense syllables মোট ৮ বারে নির্ভুলভাবে ও পর্যায়ক্রমে মুখস্থ করিয়াছিল, এক সপ্তাহ পরে সেই অভীক্ষার্থী সেই ১০টি non-sense syllables মাত্র ৫ বারে নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে লিখিতে পারিয়াছিল। সুতরাং এক্ষেত্রে (৮—৫) ৩ বার কম লাগিল। ইহাই লাভ হইল। এই পদ্ধতিকে পুনরাবৃত্তি পদ্ধতি (Saving Method) বলে।

No. XVIII. To compare the part and whole methods of learning by using sense materials presented visually.

Basic concept :—কোন বিষয়বস্তু যখন ভাগ ভাগ করিয়া মুখস্থ করা হয় তখন ঐ পদ্ধতিকে আংশিক পদ্ধতি (Part Method) বলে, আর যখন কোন বিষয়বস্তু একসঙ্গে সমগ্রভাবে মুখস্থ করা হয় তখন ঐ পদ্ধতিকে সমগ্র পদ্ধতি (Whole Method) বলে।

Preliminaries :—Same as before.

Materials requried :—Exposure apparatus, stop-watch, screen, paper, pencil etc.

Rules for the preparation of two series of 10 sense syllables :— Same as in No. XII.

Procedure :—উল্লিখিত নিয়মানুযায়ী ১০টি sense syllables-এর দুইটি series প্রস্তুত করা হইল। Exposure apparatus-এর সাহায্যে প্রথম series-এর ৫টি syllables প্রত্যেকটি ২ সেকেণ্ড ধরিয়া অভীক্ষার্থীকে দেখান হইল। এই ৫টি syllable নির্ভুলভাবে ও পর্যায়ক্রমে মুখস্থ হইয়া গেলে শেষ ৫টি পূর্ববৎ প্রত্যেকটি ২ সেকেণ্ড ধরিয়া একই অভীক্ষার্থীকে দেখান হইল। এইভাবে যতক্ষণ না এই ৫টি syllables নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে মুখস্থ হইল ততবার এইগুলি দেখান হইল। এই শেষ ৯টি syllables নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে মুখস্থ হইয়া গেলে এই প্রথম seriesটির ১০টি syllables প্রথম হইতে শেষ পর্যন্ত প্রত্যেকটি ২ সেকেণ্ড ধরিয়া যতক্ষণ না নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে মুখস্থ হইল ততবার অভীক্ষার্থীকে দেখান হইল।

৫ মিনিট বিশ্রামের পর দ্বিতীয় series-টির ১০টি syllables প্রত্যেকটি ২ সেকেণ্ড ধরিয়া যতক্ষণ না নির্ভুলভাবে পর্যায়ক্রমে মুখস্থ হইল ততবার অভীক্ষার্থীকে Exposure apparatus-এর সাহায্যে দেখান হইল।

Instructions to the subject :—"Exposure apparatus-এর ছিদ্রের মধ্য দিয়া আমি তোমাকে কতকগুলি লেখা দেখাইব। সেগুলি তুমি মনোযোগ দিয়া লক্ষ্য করিবে। দেখান শেষ হইলেই তুমি ঐ লেখাগুলি নির্ভুলভাবে লিখিবার চেষ্টা করিবে। যতবার তোমাকে ঐ ভাবে দেখাইব ততবার তুমি ঐ ভাবে লক্ষ্য

করিবে এবং দেখান শেষ হইলেই ঐগুলি নির্ভুলভাবে ও পর্যায়ক্রমে লিখিবার চেষ্টা করিবে। দেখ ভুল যেন না হয়।

পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার একটি বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Result :—Table No. 11. Series I Part Method of Learning.

No. of syllables	Sense—syllables presented	Syllables reproduced by the subject Number of trials 1	2	3	4	5	6
1	MAT	MAT	MAT			MAI	MAT
2	KID	KID	KID			KID	KID
3	RUN	RAT×	RUN			RUN	RUN
4	GET	GET	GET			GET	GET
5	MOG	MOG	MOG			MCG	MOG
6	PUT			PUT	PUT	PUT	PUT
7	BEG			BAG×	BEG	BAG×	BEG
8	DOT			DOG×	DOT	DOT	DOT
9	BAR			BAR	BAR	BAR	BAR
10	FUN			FUN	FUN	FUN	FUN
No. of syllables reproduced correctly		4	5	3	5	9	10
% of syllables reproduced correctly.		80%	100%	60%	100%	90%	100%

Result :—Table No. 12. Series **II** Whole Method of Learning

No. of syllables	Sense-syllables presented	Syllables reproduced by the subject Number of trials 1	2	3	4
1	BUI	BUT	BUT	BUT	BUT
2	PIN	PIN	PIN	PIN	PIN
3	DOT		DOT	DOT	DOT
4	RUN			RUN	RUN
5	PIG	BIG×	BIG×	DIG×	PIG
6	NUT				NUT
7	BED		BAD×	BED	BED
8	FOG	FOR×	FOG	FOG	FCG
9	DAT	MAT	MAT	MAT	MAT
10	MOG	DOG	DOG	DOG	DOG
No. of syllables reproduced correctly		4	6	8	10
% of syllables reproduced correctly.		40%	60%	80%	100%

Introspection of the subject :—"এই পরীক্ষাটা আমার বিশেষ ভাল লাগে নাই। লেখাগুলি অর্থযুক্ত বটে কিন্তু তাহাদের মধ্যে কোন সমন্বয় বা সম্পর্ক খুঁজিয়া পাইলাম না। লেখাগুলির প্রথম ও শেষাংশ আগে এবং মধ্যাংশ পরে মুখস্থ করিতে চেষ্টা করিয়াছিলাম।"

Conclusion :—১০টি sense syllable-এর seriesটি part method-এর সাহায্যে মুখস্থ করিতে মোট ৬টি trials এবং whole method-এর সাহায্যে মুখস্থ করিতে মোট ৪টি trials লাগিয়াছিল।

সুতরাং sense materials-এর ক্ষেত্রে part method অপেক্ষা whole method of learning অধিক কার্যকরী।

Remarks :—

Sense-materials-এর ক্ষেত্রে Part method অপেক্ষা whole method of learning অধিক কার্যকরী হয়। কারণ part methodএ অনেক wrong bond প্রস্তুত হয়। ইহা মুখস্থ করার পক্ষে অসুবিধাজনক। Whole methodএ correct bond প্রস্তুত হয়। অর্থাৎ seriesএর শেষ syllableটির সহিত উহার প্রথম syllableটির সম্পর্ক গঠিত হয়। ইহা মুখস্থ করার পক্ষে অত্যাবশ্যক। Meaningful materialsএর ক্ষেত্রে whole method দ্বারা সমস্ত বিষয় বস্তুর মধ্যে অর্থ ও সমন্বয় খুঁজিয়া পাওয়া যায়। তাহা মুখস্থ করার পক্ষে সহায়ক হয়।

No. XIX. To compare the part and whole methods of learning by using non-sense materials presented visually.

Basic concept :—Same as before (No. XIII)

Preliminaries :— ,,

Materials Required ,,

Rules for the preparation of two series of 10 non-sense syllables :—

Same as in No. XIII.

Procedure :—

নিয়মানুযায়ী ১০টি non-sense syllables-এর দুইটি series প্রস্তুত করা হইল। Exposure apparatus ছিদ্রের মধ্য দিয়া প্রথম seriesএর ৫টি syllables-এর প্রত্যেকটি ২ সেকেণ্ড ধরিয়া অভীক্ষার্থীকে দেখান হইল। এই ৫টি syllables নির্ভুলভাবে ও পর্যায়ক্রমে যতক্ষণ না মুখস্থ হইল ততবার অভীক্ষার্থীকে ঐ ৫টি syllables পূর্ববৎ দেখান হইল। এই প্রথম ৫টি syllables মুখস্থ হইয়া গেলে এই প্রথম seriesএর শেষ ৫টি syllable যতক্ষণ না নির্ভুলভাবে ও পর্যায়ক্রমে মুখস্থ হইল ততবার পূর্ববৎ অভীক্ষার্থীকে দেখান হইল। এই ৫টি syllable মুখস্থ হইয়া গেলে এই প্রথম series এর ১০টি syllables একসঙ্গে যতক্ষণ না নির্ভুল ও পর্যায়ক্রমে মুখস্থ হইল ততবার ঐ ১০টি syllables পূর্ববৎ দেখান হইল।

পাঁচ মিনিট বিশ্রামের পর দ্বিতীয় series টির ১০টি non-sense syllables যতক্ষণ না নির্ভুলভাবে ও ক্রমানুসারে মুখস্থ করিতে পারিল ততবার ঐগুলি ঐ অভীক্ষার্থীকে পূর্ববৎ দেখান হইল।

Instructions to the subject :—Same as before (No. XII)

TABLE NO. 13.

Result :—

Series I Part Method of Learning

No. of syllables	Non-sense syllables presented	Syllables reproduced by the subject Number of trials.					
		1	2	3	4	5	6
1	REM	REM´	REM´			REM´	REM´
2	NUP	NUP´	NUP´			NUP´	NUP´
3	SEB	SUD×	SEB´			SEB´	SEB´
4	GOL	GOL´	GOL´			GOL´	GOL´
5	DAP	DAP´	DAP´			DAN×	DAP´
6	LUN			LUN´	LUN´	LUM×	LUN´
7	KIR			KIR´	KIR´	KIR´	KIR´
8	DOB			DOM×	DOB´	DOB´	DOB´
9	NAR			NAT×	NAR´	NAR´	NAR´
10	TOG			TOG´	TOG´	TOG´	TOG´
No. of syllables reproduced correctly		4	5	3	5	8	10
% of syllables reproduced correctly		80%	100%	60%	100%	80%	100%

Introspection of the subject :—"কথাগুলি একেবারেই অর্থহীন ও সমন্বয়-হীন। তাই মনে রাখিতে বড় অসুবিধা হইয়াছিল—বিশেষতঃ যখন একসঙ্গে অনেকগুলি মনে রাখিতে হইয়াছিল। পরীক্ষাটি আমার একেবারেই ভাল লাগে নাই।"

Table No. 14.

Series II Whole Method of Learning

No. of syllables	Non-sense syllables presented	Syllables reproduced by the subject — Number of trials. 1	2	3	4	5	6	7	8
1	MIB	MIB´	MIB´	MIB´	MIB´	MIB´	MIB´	MIB´	MIB´
2	GAK		GAK´	GAK´	GAK´	GAK´	GAK´	GAK´	GAK´
3	NUP				NUP´	NUP´	NUP´	NUP´	NUP´
4	BOD					BOD´	BOD´	BOD´	BOD´
5	KIR			KIN×	KIN×	RIK×	KIR´	KIR´	KIR´
6	MAJ					MAL×	MAK×	MAJ´	MAJ´
7	HOK			LOK×	LOK×	LOK×	LOK×	LOK×	HOK´
8	LEV	VEL×	VEL×	LEV´	LEV˙	LEV´	LEV´	LEV´	LEV´
9	KUG		KUG´	KUG´	KUG´	KUG´	KUG´	KUG´	KUG´
10	DAL	DAL´	DAL´	DAL´	DAL´	DAL´	DAL´	DAL´	DAL´
No. of syllables reproduced correctly		2	4	5	6	7	8	9	10
% of syllables reproduced correctly		20%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%

Conclusion :—১০টি non-sense syllablesকে part method সাহায্যে মুখস্থ করিতে ৬বার এবং whole method-এর সাহায্যে মুখস্থ করিতে ৮ বার দেখিবার প্রয়োজন হইয়াছিল। সুতরাং এ কথা বলা যায় যে non-sense syllables এর ক্ষেত্রে whole method অপেক্ষা part method of learning অধিক কার্যকরী।

Remarks :—Non-sense materials-এর ক্ষেত্রে part method of learning অধিক কার্যকরী হয়। কারণ অর্থহীন ও সমন্বয়হীন শব্দগুলি একসঙ্গে অনেকগুলি মনে রাখা অসুবিধাজনক কিন্তু অল্প অল্প মুখস্থ করা অসুবিধাজনক নয়।

CHAPTER X

Colour Mixtures

No. XX. To verify the laws of Colour mixtures.

Basic Concept :—The laws of colour mixtures are as follows :—

(*I*) *First law* :—প্রত্যেক (প্রাথমিক) রংএর একটি প্রতিপূরক রং আছে। দুইটি প্রতিপূরক রঙ্‌কে ঠিক অনুপাতে মিশ্রিত করিলে তাহারা ধূসর রং সৃষ্টি করে। আর অন্য অনুপাতে মিশ্রিত করিলে যে রঙটি অধিক পরিমাণে থাকে সেই রঙটি স্পষ্ট হইয়া উঠে।

"For every colour there can be found another complementary or antagonistic colour, which if mixed with it in the right proportion gives a brightness quality (white or grey), and if mixed in any other proportion an unsaturated colour of the tone of the stronger component."

(*II*) *Second law* :—যে দুইটি রং পরস্পর প্রতিপূরক নয় সেই রঙগুলিকে মিশ্রিত করিলে তাহারা তাহাদের অন্তর্বর্তী রঙের সৃষ্টি করে।

"The mixture of any two colours which are not antagonistic gives an intermediate colour, varying in colour-tone with the relative amounts of the two original colours, and varying in saturation with their nearness or remoteness in the colour series."

(*III*) *Third law* :—যে দুই জোড়া রং পরস্পর পূরক তাহাদিগকে একসঙ্গে ঠিক অনুপাতে মিশ্রিত করিলে তাহারাও ধূসর রং প্রস্তুত করিবে।

"The mixture of two pairs of antagonistic colours in right proportion gives a brightness quality (white or grey)."

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—Colour mixer, protractor, discs of black, white, red, green, yellow, blue, etc.

Procedure :—১০ সেন্টিমিটার ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট ৬টি চক্রফলক (disc) সংগ্রহ করা হইল। প্রত্যেকটি disc-এর কেন্দ্রে একটি ছিদ্র করা হইল যাহাতে বর্ণমিশ্রকের (colour mixer) সহিত আটকান যায়। প্রত্যেকটি disc-এর পরিধি হইতে কেন্দ্র পর্যন্ত একটি ব্যাসার্ধে কাটা হইল যাহাতে একটি disc-এর সহিত অন্য একটি disc interlock করা যায়। সাদা, কাল, লাল, সবুজ, হলদে ও নীল রং যুক্ত discগুলি লইয়া পরীক্ষা আরম্ভ করা হইল।

একটি colour mixer-এর উপর একটি সাদা ও একটি কাল disc প্রত্যেকটি ১৮০° করিয়া interlock করা হইল এবং সমান ভাবে তাহাদিগকে ঘুরান হইল যে তাহারা ধূসর রং সৃষ্টি করিল। ইহাই Standard Grey.

Verification of first law :—পার্শ্বে আর একটি colour mixer-এর উপর একটি লাল ও একটি সবুজ রঙের disc এমনভাবে interlock করা হইল যে ঘূর্ণায়মান অবস্থায় তাহারা একত্রে মিশ্রিত হইয়া ধূসর রং সৃষ্টি করিল। এই রঙগুলির পরিমাণ চাঁদার সাহায্যে পরিমাপ করা হইল এবং লেখা হইল। ঠিক একই ভাবে হলদে ও নীল রঙের disc-এর সাহায্যে পরীক্ষা করা হইল।

Verification of second law :—একটি colour mixer-এর উপর লাল ও হলদে রঙের discগুলি প্রত্যেকটি ১৮০° করিয়া interlock করিয়া ঘুরান হইল। তাহারা ঘূর্ণায়মান অবস্থায় যে রং সৃষ্টি করিল তাহা অভীক্ষার্থী উল্লেখ করিল। ঠিক একই ভাবে সবুজ ও নীল রঙের disc দ্বারা পরীক্ষা করা হইল।

Verification of Third law :—একটি colour mixer-এর উপর লাল, সবুজ, হলদে ও নীল রঙের discগুলি এমনভাবে interlock করিয়া ঘুরান হইল যে ঘূর্ণায়মান অবস্থায় তাহারা একত্রে মিশ্রিত হইয়া ধূসর রঙের সৃষ্টি করিল। এই রঙের পরিমাণ চাঁদার সাহায্যে পরিমাপ করা হইল।

এই সমস্ত পরীক্ষার ফলাফলগুলি ছক করিয়া লেখা হইল।

Instructions to the subject :—"আরাম করিয়া বস। প্রথমে তোমাকে একটি colour mixer-এর উপর ধূসর রং দেখাইব। তারপর উহার পার্শ্বে আর একটি colour mixer-এর উপর যখন অনুরূপ ধূসর কিংবা অন্য কোনরূপ রং দেখিবে তখন তাহা স্পষ্ট ভাবে আমাকে বলিবে। খুব মনোযোগ দিয়া পর্যবেক্ষণ করিবে। পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার একটি আনুপূর্বিক বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Precautions :—(১) Discগুলি colour mixer-এর ঠিক মাঝখানে শক্ত করিয়া আটকাইতে হইবে, যাহাতে ঘুরানর সময় যেন এদিক ওদিক এলোমেলো না হয় এবং ছিটকাইয়া বাহির হইয়া না পড়ে।

(২) বিভিন্ন রঙের পরিমাণ চাঁদার সাহায্যে নির্ভুল ভাবে পরিমাপ করিতে হইবে।

(৩) Discগুলি খুব জোরে এমন ভাবে ঘুরাইতে হইবে যাহাতে কম্পন (Flicker) উপস্থিত না হয়।

(৪) পরীক্ষাগারে এমন ভাবে আলোর ব্যবস্থা করিতে হইবে যাহাতে পরীক্ষার কোনরূপ অসুবিধা না হয়।

(৫) Colour mixer টি সর্বদা সাদা কিংবা ধূসর পশ্চাদ্‌ভূমির (background) মাঝ খানে রাখিতে হইবে।

(৬) অভিক্ষার্থীর যাহাতে কোন প্রকার অসুবিধা না হয় সেদিকে লক্ষ্য রাখিতে হইবে।

Table No. 15

Result :—

Verification of the First law :—

Names of colours	Measures in degrees	Resultant Colour
White— Black—	180° 180° } = 360°	—Standard grey
Red— Green—	120° 240° } = 360°	—Grey
Yellow— Blue—	150° 210° } = 360°	—Grey

Verification of the Second law :—

Red— Yellow—	$\left.\begin{matrix}180^\circ\\180^\circ\end{matrix}\right\} = 360^\circ$	—Reddish yellow
Green— Blue—	$\left.\begin{matrix}180^\circ\\180^\circ\end{matrix}\right\} = 360^\circ$	—Greenish blue

Verification of the Third law :—

Red— Green— Yellow— Blue—	$\left.\begin{matrix}80^\circ\\100^\circ\\70^\circ\\110^\circ\end{matrix}\right\} = 360^\circ$	—Grey

Introspection of the subject :—"এই পরীক্ষাটা আমার বেশ ভাল লাগিয়াছিল—এই রঙের পরীক্ষায় আমার যথেষ্ট আনন্দ হইয়াছিল। বিভিন্ন রঙের পরীক্ষার সময় আমার মন যেন কোন রঙিন রাজ্যে ঘুরিয়া বেড়াইতেছিল। রঙ্গুলির নামকরনের সময় অনেক ক্ষেত্রে সন্দেহ উপস্থিত হইয়াছিল কিন্তু যতদুর সম্ভব নির্ভুলভাবে উত্তর দেওয়ার জন্য যথাসাধ্য চেষ্টা করিয়াছি।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় বলা যায় যে পূরক রঙদ্বয় পরস্পর ঠিক অনুপাতে মিশ্রিত হইলে ধূসর রঙের সৃষ্টি করে।

আর যে রঙদ্বয় পরস্পর পূরক নয় তাহারা মিশ্রিত হইলে তাহাদের মধ্যবর্তী রং সৃষ্টি করে অথবা যে রঙের প্রাধান্য থাকে তাহাই স্পষ্ট হইয়া উঠে।

যে দুই জোড়া রং পরস্পর পূরক তাহারা একত্রে ঠিক অনুপাতে মিশ্রিত হইলে ধূসর রঙের সৃষ্টি করে।

Remarks :—রঙের কলুষতার জন্য রঙের অনুপাতের তারতম্য হইয়া থাকে।

CHAPTER XI

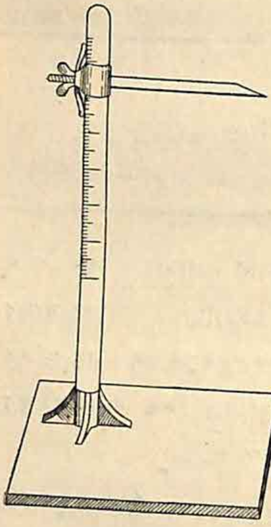
Individual Difference (Physical Measurements)

No. XXI. To take the heights and weights of 25 persons and represent the measures in two frequency polygons (and work out the mean, mode & median of the measures). H. S. '60. '61.

Materials Required :—Standiometer, weighing machine, graph-papers, scale, pencil, etc.

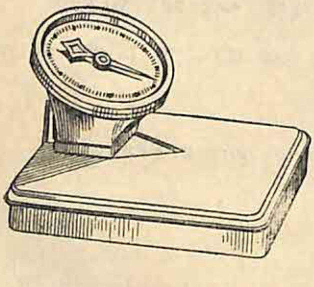
Description of apparatus :—

(A) **Standiometer** :—ইহা একটি আয়তাকৃতি কাষ্ঠের উপর লম্বভাবে দণ্ডায়মান একটি কাঠের scale আছে এবং উহাতে Foot ও Centimetreএ দাগ কাটা আছে। আয়তাকৃতি কাষ্ঠটির সহিত সমান্তরাল ভাবে একটি কাষ্ঠ শলাকা কাঠের স্কেলটির সহিত সংযুক্ত আছে। এই শলাকাটি ইচ্ছামত উঠান ও নামান যাইতে পারে। আয়তাকৃতি কাষ্ঠের উপর খালি পায়ে দাঁড়াইয়া মাথার উপর ঐ শলাকাটি স্পর্শ করাইলে যে দূরত্ব পাওয়া যায় তাহা ঐ কাঠের স্কেল হইতে পরিমাপ করা যায়।



STANDIOMETER

(B) **Weighing Machine** :—ইহা ধাতু নির্মিত ও স্প্রিংযুক্ত ওজন মাপিবার একটি যন্ত্র। যাহার ওজন লইতে হইবে তাহাকে ঐ যন্ত্রের উপর উঠিতে হইবে। ঐ যন্ত্রে একটি স্কেল আছে। একটি pointer ঐ স্কেলের উপর যত দাগ নির্দ্দেশ করিবে ব্যক্তির ওজন তত পাউণ্ড হইবে।



WEIGHING MACHINE

Procedure :—২৫ জনের উচ্চতা ও ওজন যথাক্রমে standiometer ও weighing machine-এর সাহায্যে পরিমাপ করিয়া নিম্নলিখিত ভাবে যথাক্রমে ইঞ্চিতে ও পাউণ্ডে লেখা হইল।

Table No. 16.

Heights in inches of 25 persons :—65, 67, 67, 65, 66, 65, 66, 68, 70, 64, 65, 62, 66, 69, 65, 63, 61, 69, 55, 59, 60, 69, 71, 69, 65.

Weights in pounds of 25 persons :—94, 97, 90, 81, 78, 81, 95, 95, 102, 91, 89, 95, 96, 100, 98, 97, 90, 72, 75 74, 89, 110, 115, 120, 130.

নিম্নলিখিত ভাবে ২৫ জনের উচ্চতা ও ওজন হইতে পূর্ব লিখিত পরীক্ষার (St. Prob-12.) অনুযায়ী দুইটি Frequency polygon অঙ্কন করা হইল এবং পরে Mean, Median ও Mode বাহির করা হইল।

Range of scores of series = Highest score − Lowest score + 1.

Step-interval 1, or 2, or 3, or 5. or 10 or $10x$ হইতে পারে এবং Number of step-intervals ৮ হইতে ২০ পর্যন্ত যে কোন সংখ্যা হইতে পারে।

উপরোক্ত নিয়মানুযায়ী step-interval প্রস্তুত করিয়া প্রত্যেক সাফল্যাঙ্কের (score) এর জন্য নির্দিষ্ট step-intervalতে একটি করিয়া টিক্ (tally) দেওয়া হয়। এই ভাবে পঞ্চম টিক্ দ্বারা পূর্ব লিখিত চারটি টিক্‌কে আড়াআড়ি ভাবে কাটা হয়। প্রত্যেক step-interval-এর টিক্‌গুলির যোগফলই সেই step-interval-এর frequency (f) হয়। সর্বমোট Frequencyকে Number of Cases (N) ধরা হয়।

Mid Value (X) of a step-

$$\text{interval} = \frac{\text{Highest score} + \text{Lowest score of the step-interval}}{2}$$

এই সূত্রের সাহায্যে প্রত্যেক step-interval-এর Mid-value (X) বাহির করা হয়।

Frequency (f)কে Mid-value (X) দ্বারা গুণ করিয়া f.x column পাওয়া যায়। আবার ঐ গুণফলগুলিকে একত্রে যোগ করিয়া Σf.x পাওয়া যায়। এই যোগফল (Σf.x) কে মোট জনসংখ্যা (Number of Cases = N) দ্বারা ভাগ করিয়া Mean পাওয়া যায়।

Result :—

Calculation for Heights :—

Range = Highest score − Lowest score + 1
$= 71 - 55 + 1$
$= 16 + 1 = 17$

Table No. 17.

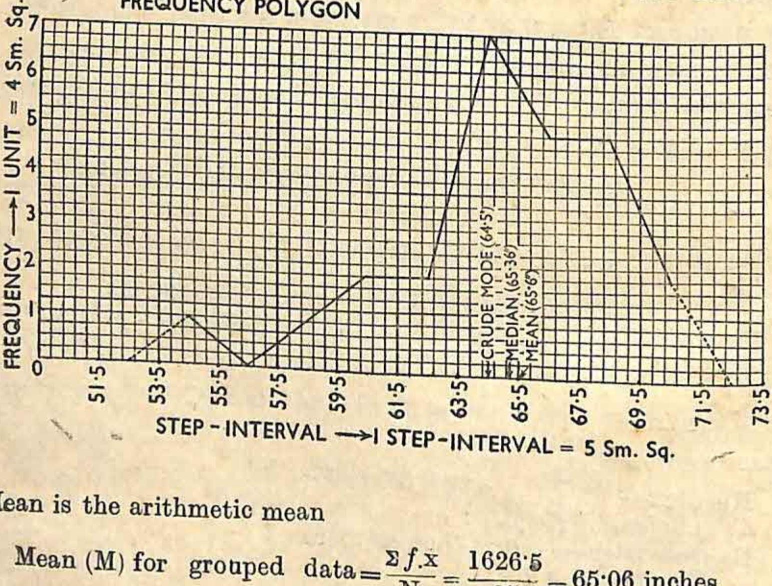
No. of step-interval	Step-interval (i)	Tallies	Frequency (f)	Mid-value x	f. x.
1	54 – 55	1	1	54·5	54·5
2	56 – 57		0	56·5	0
3	58 – 59	1	1	58·5	58·5
4	60 – 61	11	2	60·5	121·0
5	62 – 63	11	2	62·5	125·0
6	64 – 65	~~1111~~ 11	7 fm	64·5	451·5
7	66 – 67	~~1111~~	5	66·5	332·5
8	68 – 69	~~1111~~	5	68·5	342·5
9	70 – 71	11	2	70·5	141·0

$N = 25$ $1626·5 = \Sigma f.X.$

No. 2

GRAPHICAL REPRESENTATION OF THE RESULT (HEIGHTS OF 25 STUDENTS)

FREQUENCY POLYGON



Mean is the arithmetic mean

Mean (M) for grouped data $= \frac{\Sigma f.x}{N} = \frac{1626·5}{25} = 65·06$ inches.

Median is the middle value of the series of scores arranged in order.

Median (Mdn.) for grouped data $= l + \left(\dfrac{\frac{N}{2} - F}{fm} \right) i$ where,

l = Lower limit of the step-interval on which the median falls.

$\frac{N}{2}$ = Half of the number of cases.

F = Sum of the frequencies below 'l'

fm = Frequency of the step-interval on which the median falls.

i = Step-interval.

এক্ষেত্রে $= \frac{N}{2} = \frac{25}{2} = 12.5$. Lower step-interval হইতে ক্রমে higher step-interval-এর frequencyগুলি যোগ করিয়া গেলে $(1+0+1+2+2+7=13)$ দেখা যায় 12·5টি 64 – 65 এই step-interval-এর frequencyতে পাওয়া যায়। সুতরাং 64 - 65 এই step-interval-এর মধ্যে median পড়িবে।

সুতরাং

$$l = \frac{\text{lowest value of the step-interval containing the median} + \text{Highest value of the next lower step-interval}}{2}$$

$$= \frac{64+63}{2} = 63.5$$

$$\frac{N}{2} = \frac{25}{2} = 12.5$$

$$F = 2+2+1+0+1 = 6$$

$$fm = 7$$

i = Higher limit – Lower limit of the step-interval containing the median.

$$= 65.5 - 63.5$$
$$= 2$$

অতএব

$$\text{Median (Mdn)} = l + \left(\frac{\frac{N}{2} - F}{fm} \right) i$$

$$= 63{\cdot}5 + \frac{12{\cdot}5 - 6}{7} \times 2$$

$$= 63{\cdot}5 + \frac{6{\cdot}5}{7} \times 2 = 63{\cdot}5 + \frac{13}{7} = 63{\cdot}5 + 1{\cdot}86 = 65{\cdot}36$$

inches.

Mode for grouped data is the mid-value of the step-interval which contains the greatest frequency.

$$\text{Crude Mode} = \frac{\text{Lowest value + Highest value of the step-interval containing greatest frequency}}{2}$$

$$= \frac{64 + 65}{2} = 64{\cdot}5 \text{ inches.}$$

True mode $= 3 \text{ Mdn} - 2M = 3 \times 65{\cdot}36 - 2 \times 65{\cdot}06$

$= 196{\cdot}08 - 130{\cdot}12 = 65{\cdot}96$ inches.

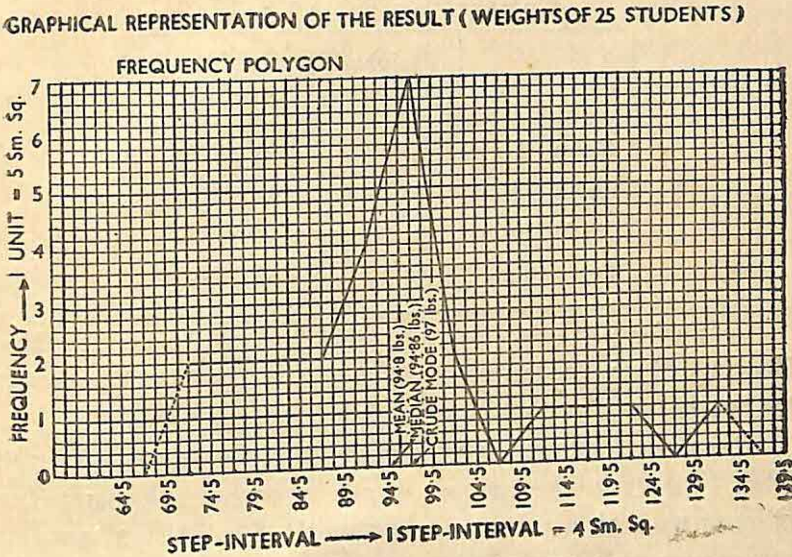
Calculation for weights :—Range = Highest score—Lowest score + 1

$= 130 - 72 + 1 = 59$

Table No. 18.

No. of step-interval	Step-interval	Tallies	Frequency (*f*)	Mid-value x	*f*. x.
1	70 – 74	ll	2	72	144
2	75 – 79	ll	2	77	154
3	80 – 84	ll	2	82	164
4	85 – 89	ll	2	87	174
5	90 – 94	ll ll	4	92	368
6	95 – 99	𝍸 ll	7 *fm*	97	679
7	100 – 104	ll	2	102	204
8	105 – 109		0	107	0
9	110 – 114	1	1	112	112
10	115 – 119	1	1	117	117
11	120 – 124	1	1	122	122
12	125 – 129		0	127	0
13	130 – 134	1	1	132	132
			N = 25		$2370 = \Sigma f.$ x.

No. 3.



$$\text{Mean (M)} = \frac{\Sigma f.\ x}{N} = \frac{2370}{25} = 94{\cdot}8 \text{ lbs.}$$

$$\text{Median (Mdn.)} = l + \left(\frac{\frac{N}{2} - F}{fm}\right) i \text{ where}$$

$$= 94{\cdot}5 + \frac{12{\cdot}5 - 12}{7} \times 5$$

$$= 94{\cdot}5 + \frac{{\cdot}5}{7} \times 5$$

$$= 94{\cdot}5 + \frac{2{\cdot}5}{7}$$

$$= 94{\cdot}5 + {\cdot}36$$

$$= 94{\cdot}86 \text{ lbs.}$$

$$l = \frac{95 + 94}{2} = 94{\cdot}5$$

$$\frac{N}{2} = \frac{25}{2} = 12{\cdot}5$$

$$F = 4 + 2 + 2 + 2 + 2 = 12$$

$$fm = 7$$

$$i = 99{\cdot}5 - 94{\cdot}5 = 5$$

Crude Mode = 97 lbs.

True Mode = 3 Mdn − 2M = 3 × 94·86 − 2 × 94·8

= 284·58 − 189·6 = 94·98 lbs.

Comparative Table No. 19.

	Heights in inches	Weights in pounds
Mean (M)	65 60″	94·80 lbs.
Median (Mdn)	65·36″	94·86 lbs.
Crude Mode	64·50″	97·00 lbs.
True Mode	64·88″	94·98 lbs.

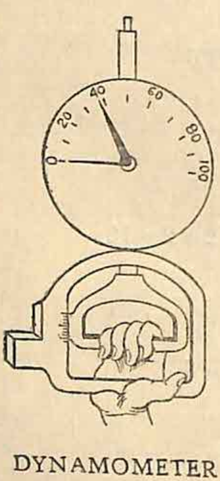
Conclusion :—২৫ জন লোকের Heights ও Weights এর Mean, Median ও Mode (Crude) যথাক্রমে 65·60″, 65·36″ ও 64·50″ এবং 94·80 lbs., 94·86 lbs. ও 97·00 lbs.

Remarks :—এই পরীক্ষা হইতে দেখা যায় যে অপেক্ষাকৃত কম উচ্চতা ও ওজন বিশিষ্ট লোক যেমন অপেক্ষাকৃত কম তেমনি অপেক্ষাকৃত বেশী উচ্চতা ও ওজন বিশিষ্ট লোকও তদ্রূপ অপেক্ষাকৃত কম, কিন্তু মাঝারি (গড়) উচ্চতা ও ওজন সম্পন্ন লোকের সংখ্যা অপেক্ষাকৃত অধিক।

Precautions :—উচ্চতা ও ওজন পরিমাপ করিবার সময় পায়ে জুতা এবং হাতে কোন মালপত্র না থাকে সেদিকে দৃষ্টি রাখিতে হইবে।

No. XXII. To find out the strength of grip of the subject.

Basic Concept :—শারীরিক শক্তির একটি নির্দিষ্ট সীমা আছে। এই শারীরিক শক্তি বিভিন্ন ব্যক্তিতে বিভিন্ন প্রকার ; এমন কি একই ব্যক্তিতে বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন কারণে বিভিন্ন রূপ হইতে পারে।



DYNAMOMETER

Preliminaries : – Same as before.

Materials Required :—Dynamometer, Millimeter ruler, etc.

Description of Dynamometer :—ইহা স্প্রীং নির্মিত একটি যন্ত্র। হাতে মুঠি করিবার জন্য দুইটি stirrup আছে। Stirrup দুইটির দূরত্ব হাতের বৃদ্ধাঙ্গুলির মাথা হইতে কনিষ্ঠাঙ্গুলির ডগা পর্যন্ত দূরত্বের অর্ধেক রাখাই সাধারণ নিয়ম, কিন্তু অভীক্ষার্থীর সুবিধানুযায়ী stirrup দুইটি উঁচু নীচু করা যায়। ইহাতে pressure মাপিবার একটি circular scale আছে।

Method :—অভীক্ষার্থীর মুঠির সুবিধার জন্য stirrup দুইটির দূরত্ব স্থির করা

যায়। মুঠির চাপে pointer-টি circular scale-তে যে অঙ্ক নির্দেশ করে তাহাই ঐ মুঠির জোর বলিয়া পরিমাপ করা হয়। তারপর pointerটি ঘুরাইয়া আবার scaleএর 0 বিন্দুতে স্থাপন করা হয়। এই ভাবে প্রত্যেক হাতের মুঠির জোর ১০ সেকেণ্ড অন্তর কমপক্ষে তিনবার পরিমাপ করিয়া তাহার গড় বাহির করা হয়। এই গড়কেই হাতের মুঠির জোর বলিয়া ধরা হয়।

Instructions to the subject :—"তোমার ডান হাত দিয়া এই যন্ত্রটির দুইটি stirrup মুঠি করিয়া ধর ও বাম হাতটি কোমরে রাখ। এইভাবে দাঁড়াইয়া কোন জায়গায় ঠেস না দিয়া stirrup দুইটি মুঠি করিয়া যত জোরে পার চাপ দাও ও তারপরে ছাড়িয়া দাও। এইভাবে প্রত্যেক হাতে তিনবার করিয়া চাপ দাও। তোমার কোনরূপ অসুবিধা হইলে জানাইও।"

Result—

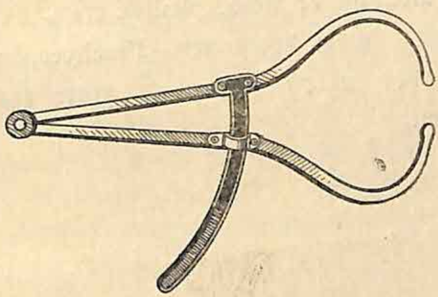
Table No. 20.

	Pressures in mm. Reading			Total	Average
	1st.	2nd.	3rd.		
Right Hand					
Left Hand					

No. XXIII. To determine the Cephalic Index of the subject.

Basic concept :—Cephalic Index $= \frac{\text{Breadth}}{\text{Length}} \times 100.$ এই Cephalic Index ব্যক্তিতে ব্যক্তিতে প্রভেদ হয়।

Materials Required :—Caliper (ইহা স্কেলযুক্ত কম্পাসের ন্যায় একটি



CALIPER

যন্ত্র বিশেষ—অনেকটা বেড়ীর মত দেখতে। মাথার দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ পরিমাপ করিবার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।)

Method :—অভীক্ষার্থীর দুই ভ্রূর মাঝখানে Caliper এর এক প্রান্ত বাম হাতের দুই আঙ্গুলে ধরিয়া রাখিয়া উহার অপর প্রান্তটি মাথার পিছন দিকে ডান হাত দিয়া চাপিয়া ধরিতে হইবে। লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেন খুব জোরে চাপ না পড়ে কিংবা আলগা হইয়া না থাকে। এই ভাবে মাপিয়া দেখিতে হইবে কোন্ মাপটি সবচেয়ে বড়। ইহাই মাথার দৈর্ঘ্য।

বহিঃকর্ণের উপরের অংশ (Pinna) যেখানে মাথার সহিত সংযুক্ত আছে সেখানে Caliper এর এক প্রান্ত বাম হাতে ধরিয়া উহার অপর প্রান্তটি অপর কর্ণের উক্ত অংশে ডান হাতে ধরিয়া পরিমাপ করিতে হইবে। এইভাবে পরিমাপ করিয়া সবচেয়ে বড় মাপটি লইতে হইবে। ইহাই মাথার প্রস্থ।

Instructions to the subject :— "চুপ করিয়া মাথা সোজা করিয়া বস। মাথা নাড়াইও না। আমি তোমার মাথার মাপ লইব।"

Result—

Table No. 21.

No. of Obs.	Measures of Head		Cephalic Index
	Breadth	Length	$= \frac{\text{Breadth}}{\text{Length}} \times 100$
1			
2			

Remarks :—এই Cephalic Index এর সাহায্যে মাথার খুলির শ্রেণীভাগ করা যায়। Cephalic Index যদি ৭৫ এর কম হয় তবে তাহাকে লম্বা মাথার দলে (Dolichocephalic), যদি ৭৫ হইতে ৮০·৯ এর মধ্যে পড়ে তবে তাহাকে মাঝামাঝি দলে (Medium or Mesocephalic), যদি ৮১ হইতে ৮৬·৯ এর মধ্যে পড়ে তবে তাহাকে চওড়া মাথার দলে (Brachycephalic) আর যদি ৮৭ হইতে বেশী হয় তবে তাহাকে অত্যন্ত চওড়া মাথার দলে (Hyper brachycephalic) বলা হয়।

CHAPTER XII

Colour Preference

No. XXIV. To determine the colour preference of the subject by Paired Comparison Method.

Basic concept :—বিভিন্ন রঙের মধ্যে মানুষ কোন রঙ্‌কে খুব পছন্দ করে আবার কোন রঙ্‌কে খুব অপছন্দ করে। একজন যে রঙ্‌কে পছন্দ করে অপর একজন সেই রঙ্‌কেই অপছন্দ করিতে পারে। আবার একজন যে রঙ্‌কে অপছন্দ করে অপর একজন সেই রঙ্‌কেই পছন্দ করিতে পারে। অভীক্ষার্থী কোন্ রঙ্‌কে পছন্দ করে তাহা পরীক্ষা করিতে হইবে।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—ছয়টি বিভিন্ন রঙের কাগজ, পীচবোর্ড, ছুরি, কাগজ, স্কেল, পেন্সিল, পর্দা ইত্যাদি।

Procedure :—একটি পীচ্‌বোর্ডের মাঝখানে ১ বর্গ ইঞ্চি পরিমাণ দুইটি ছিদ্র এক ইঞ্চি দূরত্বে পাশাপাশি করা হইল। লাল, বেগুনী, সবুজ, কমলা, নীল ও হলদে রঙের কাগজগুলিকে যথাক্রমে A, B, C, D, E, F নামে অভিহিত করা হইল। প্রথম Setটির নম্বর অনুযায়ী প্রথম নম্বরে A ও B রঙ্‌গুলি ছিদ্রের মধ্য দিয়া দেখান হইল এবং যেটি অধিকতর পছন্দ হইল সেইটি দ্বিতীয় Setএর মধ্যে প্রথম নম্বর স্থানটিতে লেখা হইল। এই ভাবে প্রথম Setটির নম্বর অনুযায়ী রঙ্‌গুলি দেখান হইল এবং অধিকতর পছন্দযুক্ত রঙ্‌গুলি দ্বিতীয় setটিতে নম্বর অনুযায়ী যথাক্রমে লেখা হইল। তৃতীয় Setটিতে কোন্‌টি কতবার পছন্দ হইয়াছে তাহা লেখা হইল।

Instructions to the subject :—"তোমার সম্মুখে পীচবোর্ডের দুইটি ছিদ্রের মধ্য দিয়া দুইটি রঙিন কাগজ এক সঙ্গে দেখাইব। ঐ দুইটির মধ্যে যেটি তুমি অধিক পছন্দ কর তাহা উল্লেখ করিবে। এই ভাবে যতবার তোমাকে দেখাইব ততবার তুমি এইভাবে উল্লেখ করিবে।

পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার একটি বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Result :— **Table No. 22.**

First Set (Order of presentation of colours)

	A	B	C	D	E
B	1				
C	2	3			
D	10	4	5		
E	11	12	6	7	
F	15	13	14	8	9

Second Set (Preferred colours)

	A	B	C	D	E
B	A				
C	A	C			
D	A	B	D		
E	A	E	E	D	
F	A	F	C	F	E

Third Set (Magnitude of preference of colours)

Colours	Red. A	Violet. B	Green. C	Orange. D	Blue E	Yellow F
Magnitude of Preference	5	1	2	2	3	2

Introspection of the subject :—"আমি এই রঙের পরীক্ষায় যেমন মাতিয়া ছিলাম তেমন আনন্দও পাইয়াছিলাম। আর বেশ উৎসাহের সঙ্গে জবাব দিতেছিলাম। ঐ রঙগুলি আমার মনকে এমন ভাবে আকর্ষণ করিতেছিল যে আমি যেন কোন রঙিন রাজ্যে রঙের খেলায় নিজেকে মাঝে মাঝে হারাইয়া ফেলিতেছিলাম। ঐ লাল রঙের জৌলস আমার মনকে হরণ করিতে ছিল। চোখ ঝলসানো মন ভুলানো ঐ লাল রঙ্টা মা-কালীর রাঙা চরণে রক্তরাঙা জবাফুলের অর্ঘ্যের স্মৃতি আমার মানসপটে সঞ্জীবিত করিয়াছিল।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় দেখা যায় যে অভীক্ষার্থী A অর্থাৎ লাল রঙ্টা সব চেয়ে বেশী পছন্দ করে।

Remarks :—রঙের সঙ্গে মানব মনের ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক আছে। যে ব্যক্তি যে জিনিষ পছন্দ করে সেই ব্যক্তি তাহার জ্ঞাতসারে কিংবা অজ্ঞাতসারেই ঐ জিনিষের রংটিকেও পছন্দ করিয়া ফেলে। কোন ব্যক্তির কোন বিষয় বস্তুর প্রতি ঘৃণা ও বিতৃষ্ণা থাকিলে সেই ব্যক্তির ঐ বিষয় বস্তুর রংএর প্রতিও একটা প্রচ্ছন্ন ঘৃণা ও বিতৃষ্ণা জন্মিতে পারে।

No. XXV. Colour preference পরীক্ষায় যুগ্ম তুলনা পদ্ধতিতে (Paired Comparison Method) দুই উদ্দীপকের (রঙের) মধ্যে তুলনা করিয়া অভীক্ষার্থীর যেটি অধিকতর পছন্দ হয় সেইটি উল্লেখ করিতে হয়। কিন্তু ক্রমিক পদ্ধতিতে (Serial Method) একসঙ্গে একটি মাত্র উদ্দীপককে (রঙ্কে) অভীক্ষার্থীর যতক্ষণ ইচ্ছা ততক্ষণ দেখান হয়। প্রত্যেকটি রঙের প্রতি গভীর মনোযোগের সহিত পর্যবেক্ষণ করিয়া অভীক্ষার্থীর কিরূপ পছন্দ কিংবা অপছন্দ হয় তাহা পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে (অন্তর্দর্শনে) জানাইতে হয়। এই Serial Methodকে Method of Single Exposure ও বলা হয়।

প্রথম পদ্ধতিতে তুলনামূলকভাবে বিচার বিশ্লেষণ করা যায়, কিন্তু দ্বিতীয় পদ্ধতিতে সেরূপ হয় না। দ্বিতীয় পদ্ধতি অপেক্ষা প্রথম পদ্ধতি উৎকৃষ্টতর।

CHAPTER XIII

Attention

No. XXVI. Choose twenty-four common objects. Divide them into three sets of eight each. Expose each set on a table for two seconds to your subject. Report his span of attention.

H. S. 1960. '61.

Basic Concept :—

এক মুহূর্তে কোন বিষয়ে বা বস্তুতে যতটা মনোযোগ করা যায় ততটাই মনোযোগের বিস্তার (span of attention)। এক পলকে যতটুকু আমরা দর্শন করিতে পারি ততটুকুই দর্শনগত মনোযোগের বিস্তার। মনোযোগের বিস্তার অতি সীমাবদ্ধ।

Preliminaries :—প্রথম পরীক্ষার অনুরূপ।

Materials required :—24 common objects, stop-watch, screen, paper, pencil, scale, etc.

Procedure :—২৪টি common objects কে তিনটি setএ ভাগ করা হইল এবং প্রত্যেক set-এ ৮টি করিয়া রহিল। প্রথম set এর ৮টি বস্তুকে একটি টেবিলের উপর পর্দার আড়ালে পাশাপাশি সাজান হইল। মাত্র দুই সেকেণ্ডের জন্য অভীক্ষার্থীকে ঐ ৮টি বস্তু দেখান হইল। আলাদা কাগজে অভীক্ষার্থীর লিখিত উত্তরগুলি ছক করিয়া (Tabular form) লেখা হইল। প্রত্যেকটি নিভুল উত্তরের জন্য ১ নম্বর, কিছু না লিখিলে 0 শূন্য এবং প্রত্যেক ভুল উত্তরের জন্য ০.৫ নম্বর বাদ দেওয়া হইল। এইভাবে প্রথম setএর মোট নম্বর নির্ণয় করা হইল।

ঠিক একই ভাবে দ্বিতীয় ও তৃতীয় setএর পরীক্ষা পর পর করা হইল। এই তিনটি set এর গড় নম্বর নির্ণয় করিয়া অভীক্ষার্থীর মনোযোগের বিস্তার নির্ণয় করা হইল।

Instructions to the subject :—"আরাম করিয়া চেয়ারে বস। 'প্রস্তুত' বলিবার ঠিক পরেই মুহূর্তের জন্য তোমার সম্মুখের টেবিলের উপর তোমাকে কতকগুলি জিনিষ দেখাইব। তুমি সেই জিনিষগুলি খুব মনোযোগ সহকারে লক্ষ্য করিবে এবং তারপরেই তাহাদের নামগুলি নির্ভুল ভাবে আমাকে লিখিয়া দিবে।

এইভাবে তোমাকে আরও দুই বার পরপর পরীক্ষা করিব। তুমি খুব মন দিয়া বস্তুগুলি লক্ষ্য করিবে এবং নির্ভুল ভাবে তাহাদের নামগুলি মাত্র আলাদা কাগজে লিখিয়া দিবে। অন্তর্দর্শন লিখিও।"

Result :—

Table No. 23.

Set I

No. of objects	Names of the objects presented	Names of the objects reproduced by the subject	Remarks correct ✓ Incorrect ×	Score	Total score.
1	Ink-pot	Ink-pot	✓	1	
2	Watch	Watch	✓	1	
3	Pen	Pen	✓	1	
4	Pencil	Pencil	✓	1	
5	Knife	Cup	×	–·5	4
6	Button	Plate	×	–·5	
7	Scissors			0	
8	Specks	Specks	✓	1	

Set II

1	Ash-tray	Ash-tray	✓	1	
2	Match-box	Match-box	✓	1	
3	Book	Book	✓	1	
4	Paper-weight	Paper-weight	✓	1	
5	Stone	Stone	✓	1	4
6	Snuff-box	Stop-watch	×	–·5	
7	Flower-vase	Knife	×	–·5	
8	Lock			0	

Set III

1	Bunch of keys	Bunch of keys	✓	1	
2	Safety-pins	Safety-pins	✓	1	
3	Pin-cushion	Pen	×	–·5	4
4	Paper-clip	Pencil	×	–·5	
5	Handkerchief	Handkerchief	✓	1	
9	Cup	Cup	✓	1	
7	Card	Card	✓	1	
8	Calender			0	

Average score of 3 sets $= \frac{4+4+4}{3} = 4$

Introspection of the subject :—"অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী কার্য করিবার আমি আন্তরিক চেষ্টা করিয়াছিলাম, কিন্তু এত অল্প সময়ের মধ্যে জিনিষগুলি দেখিতে হইয়াছিল যে আমি সবগুলি জিনিষ দেখিয়া লইতে পারি নাই। তাই মানস ছবির সাহায্যে অনুমানে ও কল্পনায় তাহাদের নামগুলি লিখিতে হইয়াছিল। শেষের পরীক্ষাগুলিতে আরও বেশী অসুবিধা হইয়াছিল। কারণ কোন্ বস্তুটি প্রথমবারে এবং কোন্‌টি দ্বিতীয়বারে এবং কোন্‌টি তৃতীয়বারে দেখিলাম তাহা লইয়া মনে বড় সন্দেহের উদ্রেক হইয়াছিল। এই নামগুলি নিঃসন্দেহে লিখিতে পারি নাই।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় দেখা যায় যে অভীক্ষার্থী প্রথম setএ 4, দ্বিতীয় setএ 4 এবং তৃতীয় setএ 4 নম্বর পাইয়াছিল। সুতরাং এক্ষেত্রে অভীক্ষার্থীর মনোযোগের বিস্তার 4 মাত্র।

Remarks :—অভীক্ষার্থী কোন বারেই 4এর বেশী score করিতে পারে নাই। তাহার মনোযোগের বিস্তারমাত্র 4 হইয়াছে। ইহা হইতে বুঝা যায় যে একই সঙ্গে অতি অল্প সময়ে অধিক জিনিষ লক্ষ্য করা যায় না। সুতরাং এই মনোযোগের বিস্তার অতি সীমাবদ্ধ।

Precaution :—দুই set পরীক্ষার মাঝে অভীক্ষার্থীকে অন্ততঃ ৫ মিনিট বিশ্রাম দিতে হইবে।

অভীক্ষার্থী যাহাতে বস্তুগুলি অধিক সময় ধরিয়া দেখিয়া লইতে না পারে সেজন্য screenএর প্রয়োজন।

Stop-watchএর সাহায্যে মাত্র দুই সেকেণ্ড প্রত্যেকটি set দেখাইতে হইবে এবং এই সময় সম্পর্কে বিশেষ সাবধানতা অবলম্বন করিতে হইবে।

No. XXVII. Find the span of attention of your subject by using Tachistoscope.

H. S. 1960. '61.

Basic concept :—পূর্ব লিখিত পরীক্ষার (No. XXVI) অনুরূপ।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—Tachistoscope, stop-watch, card, paper, pencil & scale, etc.

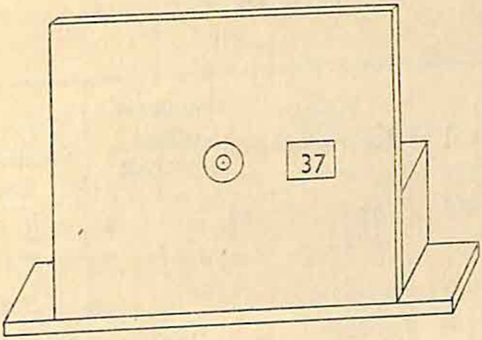
Description of Tachistoscope :—এই যন্ত্রের সাহায্যে মনোযোগের বিস্তার (span of attention) পরিমাপ করা হয়। এই যন্ত্রটির সম্মুখের দিকে একটি গবাক্ষ আছে। এই গবাক্ষের মধ্য দিয়া মুহূর্তের ($\frac{1}{5}''$ to $\frac{1}{100}''$) জন্য কোন বিষয় বা বস্তু অভীক্ষার্থীকে দেখান যাইতে পারে।

Rules for framing numbers :—

(১) শূন্য (০) ব্যবহার করা চলিবে না।

২) সংখ্যার মধ্যে কোন ক্রম (order) থাকিবে না।

(৩) একই অঙ্ক কোন সংখ্যার প্রথমে ও শেষে ব্যবহৃত হইবে না।
(৪) কোন অঙ্ক কোন সংখ্যার মধ্যে পর পর ব্যবহৃত হইবে না।
(৫) দুই অঙ্ক বিশিষ্ট সংখ্যা হইতে আরম্ভ করিয়া ক্রমে মাত্র ১টি অঙ্ক বাড়াইয়া নয় অঙ্ক বিশিষ্ট সংখ্যা তৈয়ারী করিতে হইবে।
(৬) কোন setএর মধ্যে কোন সংখ্যা আংশিক ভাবেও পুনরাবৃত্ত হইবে না।
(৭) এই ভাবে তিনটি set প্রস্তুত করিতে হইবে।



TACHISTOSCOPE

Procedure :—উল্লিখিত নিয়মানুযায়ী তিনটি set প্রস্তুত করা হইল। অভীক্ষার্থীকে Tachistoscope যন্ত্রটির সম্মুখে যে দিকে গবাক্ষ আছে সেই দিকে মুখোমুখি গবাক্ষ হইতে ৪০ সেন্টিমিটার দূরে গবাক্ষের সমান উচ্চতায় চোখ রাখিয়া বসিবার ব্যবস্থা করা হইল। অভীক্ষার্থীকে প্রথমে দুই অঙ্ক বিশিষ্ট সংখ্যা যুক্ত একটি কার্ড মুহূর্তের ($\frac{1}{5}''$ to $\frac{1}{100}''$) জন্য দেখান হইল এবং ঐ সংখ্যাটি নির্ভুল ভাবে লিখিতে বলা হইল। এই ভাবে প্রত্যেক বারেই একটি অঙ্ক বাড়ান হইল। যখন অভীক্ষার্থী পর পর দুইবার নির্ভুল ভাবে উত্তর লিখিতে ব্যর্থ হইল তখন সেই পরীক্ষা বন্ধ করা হইল এবং অভীক্ষার্থী লিখিত উত্তরগুলি ছক করিয়া (tabular form) লেখা হইল এবং যত অঙ্কের সংখ্যা নিভুল ভাবে লিখিয়াছিল তত নম্বর সাফল্যাঙ্ক (score) সে পাইল এবং ভুল হইলেই (0) শূন্য দেওয়া হইল।

প্রথম set পরীক্ষার পরে ৫ মিনিট বিশ্রামের পর দ্বিতীয় set এবং দ্বিতীয় set পরীক্ষার পরে ৫ মিনিট বিশ্রামের পর তৃতীয় setএর পরীক্ষা করা হইল।

তিনটি set এর গড় সাফল্যাঙ্ক (average score) অভীক্ষার্থীর মনোযোগের বিস্তার হইল।

Instructions to the subject :—"তুমি এই যন্ত্রটির (Tachistoscope) সম্মুখে (৪০ সেন্টিমিটার দূরে গবাক্ষটির সমান উচ্চতায় তোমার চোখ রাখিবার ব্যবস্থা করিয়া) বস। আমি যখন 'প্রস্তুত' বলিব তখন তুমি তোমার সম্মুখস্থ গবাক্ষটির প্রতি মনোযোগ সহকারে লক্ষ্য করিবে। গবাক্ষের মধ্য দিয়া অতি অল্প সময়ের জন্য কিছু লেখা দেখান হইবে। তুমি একাগ্রতার সহিত ঐ লেখাগুলি লক্ষ্য

করিবে এবং দেখান শেষ হইলেই ঐগুলি নির্ভুল ভাবে লিখিবার চেষ্টা করিবে। একটি লেখা মাত্র একবার মুহূর্তের জন্য দেখান হইবে। সুতরাং খুব মনোযোগ সহকারে লক্ষ্য করিবে। এই ভাবে পরীক্ষা চলিবে। বুঝিতে না পারিলে আমাকে জিজ্ঞাসা করিবে কিংবা কোন অসুবিধা হইলে আমাকে বলিবে। পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার একটি আনুপূর্বিক বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Result :— **Table No. 24.**

Set I.

No. of obs.	Digits presented	Digits Reproduced	Remarks Correct✓ Incorrect×	Score obtained	Maximum score obtained
1.	37	37	✓	2	
2.	594	594	✓	3	
3.	3527	3527	✓	4	4
4.	96835	96935	×	0	
5.	539241	539742	×	0	

Set II

No of obs.	Digits presented	Digits reproduced	Remarks Correct✓ Incorrect×	Score obtained	Maximum score obtained
1	59	59	✓	2	
2	836	836	✓	3	
3	5729	5729	✓	4	4
4	79425	79259	×	0	
5	952473	952793	×	0	

Set III

No. of obs.	Digits presented	Digits reproduced	Remarks Correct✓ Incorrect×	Score obtained	Maximum score obtained
1	35	35	✓	2	
2	492	492	✓	3	
3	5293	5293	✓	4	4
4	74852	72532	×	0	
5	952731	952712	×	0	

Average of Maximum scores of 3 sets $= \frac{4+4+4}{3} = \frac{12}{3} = 4$

Introspection of the subject :—"এই পরীক্ষাটা আমার বেশ ভাল লাগিয়াছিল, কিন্তু এত অল্প সময়ের জন্য অঙ্কগুলি দেখান হইল যে অনেক সময় যথাসাধ্য চেষ্টা করিয়াও সব অঙ্কগুলি স্পষ্টভাবে দেখিতে পাই নাই। তাই অনেক সময় আন্দাজে ও সন্দেহ সহকারে অঙ্কগুলি মনগড়া লিখিয়া দিয়াছি।"

Conclusion :—এই পরীক্ষা হইতে দেখা যায় যে অভীক্ষার্থী কোন setএ ৪এর বেশী পায় নাই। সুতরাং এক্ষেত্রে তাহার মনোযোগের বিস্তার ৪ মাত্র।

Remarks :—সাধারণতঃ মনোযোগের বিস্তার ৫-৬এর বেশী হয়না। ইহাতে এই সত্য প্রমাণিত হয় যে মনোযোগের বিস্তার অতি সীমাবদ্ধ। এই পরীক্ষাটা অভীক্ষার্থীর নিকট আকর্ষণীয় হইলেও সে যথাসাধ্য চেষ্টা করিয়াও তাহার মনোযোগের বিস্তার অধিক করিতে পারে নাই। সুতরাং চেষ্টা করিয়াও মনোযোগের বিস্তার অধিক করা যায় না।

No. XXVIII. Find out the periods of attention and inattention of your subject while focussing his attention to a point for one minute. Use Mason disc. H. S. 1960. '61. '62.

Basic Concept :—আমরা কোন বিষয়ে বেশীক্ষণ মনোনিবেশ করিতে পারি না। কোন নির্দিষ্ট বিষয়ে মনোযোগ ও অমনোযোগ পর্যায়ক্রমে আসে। (ইহাকে Fluctuation of attention বলে।) কোন নির্দিষ্ট বিষয়ে যতক্ষণ আমরা মনোনিবেশ করিতে পারি তাহাকে period of attention এবং যতক্ষণ মনোনিবেশ করিতে পারি না তাহাকে period of inattention কহে। এই পরীক্ষায় অভীক্ষার্থীর periods of attention and inattention পরিমাপ করিতে হইবে।

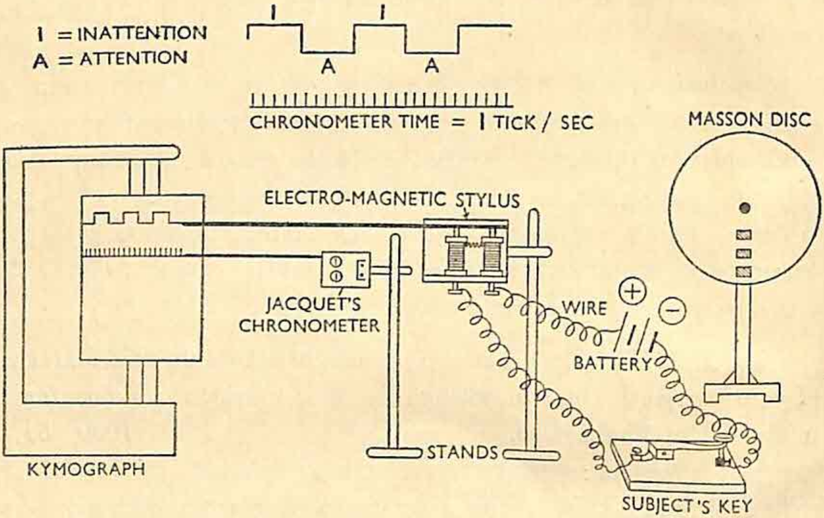
Preliminaries :—পূর্ব পরীক্ষার অনুরূপ

Materials Required :—Mason disc, colour wheel, kymograph with accessaries, Jacquet's Chronometer, subject's key, electro-magnetic stylus, battery, wires, screen, stop-watch, stands, etc.

Description of apparatus :—Mason disc একটি বৃত্তাকৃতি পীচ্‌বোর্ড। ইহার কেন্দ্রে একটি ছোট ছিদ্র আছে। পীচ্‌বোর্ডটি সাদা কিন্তু ইহার একটি ব্যাসার্ধে কালো রংএর ছেদ যুক্ত মোটা রেখা আছে—মনে হয় যেন কালো ও সাদা বর্গক্ষেত্রগুলি পর্যায়ক্রমে আছে। ইহাকে যখন Colour wheelএর উপর ঘোরান হয় তখন ঐ কালো বর্গক্ষেত্রগুলি ক্রমে বড় বড় বৃত্তের অস্পষ্ট পরিধি রচনা করে। বৃত্ত যতবড় হয় পরিধি রেখা ততই অস্পষ্ট হইয়া উঠে।

Procedure :—Kymographএর drumটিকে সাদা মার্বেল কাগজ দ্বারা জড়াইয়া আটকান হইল এবং উহার উপর কেরোসিন ল্যাম্পের কালো ভূসো

মাখান (smoked) হইল। ঐ ভূসো মাখান drumটিকে Kymographএর উপর স্থাপন করা হইল। Electro- magnetic stylus ও Jacquet's Chronometerটির



FLUCTUATION OF ATTENTION

stylusটিকে ভূসো মাখান drumএর উপর স্পর্শকের ন্যায় (tangentially) ও ভূমির সমান্তরাল ভাবে (horizontally) স্পর্শ করান হইল।

Electro-magnetic stylus, battery ও subject's Key এর সহিত বৈদ্যুতিক তারের সাহায্যে বৈদ্যুতিক বর্তনীর (Electric circuit) সৃষ্টি করা হইল। Colour wheel এর সাহায্যে Mason discটিকে খুব জোরে ঘুরান হইল। Jacquet's Chronometerটিকে সেকেণ্ডে ১টি মাত্র দাগ কাটিবার ব্যবস্থা করা হইল।

Kymographটিকে প্রয়োজন ও সুবিধা অনুযায়ী গতি সহ চালান হইল এবং ১ মিনিট কাল ধরিয়া অভীক্ষার্থীর Fluctuation of attention (periods of attention and inattention) record করা হইল। ঐ ভূসো মাখান drumটির উপর অভীক্ষার্থীর Periods of attention and inattention চিহ্নিত করা হইল। তারিখ, অভীক্ষার্থীর নাম, অভীক্ষকের নাম, Time = tick per second প্রভৃতি লেখা হইল।

তারপর ঐ কাগজটিকে drum হইতে খুলিয়া সাদা দিকটা নীচের দিকে রাখিয়া varnish এর মধ্যে ডুবান হইল ও পরে বাতাসে সাবধানে শুকান হইল।

ঐ ১ মিনিটের মধ্যে অভীক্ষার্থীর কতবার মনোযোগ ও অমনোযোগ

হইয়াছিল, প্রত্যেকবারে কতক্ষণ মনোযোগ ও অমনোযোগ স্থায়ী ছিল এবং গড়ে কতক্ষণ মনোযোগ ও অমনোযোগ ছিল তাহাও নির্ণয় করা হইল।

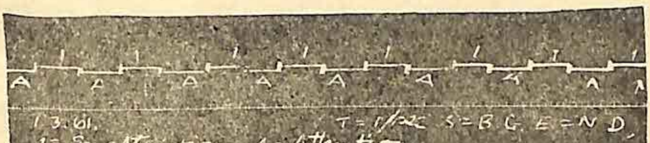
Precautions :—

(১) Drum paperটি যেন ঢিলা করিয়া আটকান না হয় এবং সমানভাবে ভূসোমাখান হয় সেদিকে লক্ষ্য রাখিতে হইবে।

(২) Electro magnetic stylus ও Jacquet's Chronometerএর stylus টিকে ভূসোমাখানো drumএর উপর স্পর্শকের ন্যায় ও ভূমির সমান্তরালভাবে (tangentially and horizontally) স্পর্শ করাইতে হইবে এবং দাগ কাটিবার সময় যেন কোনরূপ অসুবিধা না হয় সেদিকেও দৃষ্টি রাখিতে হইবে।

Instructions to the subject :—"চেয়ারে আরাম করিয়া বস। Subject's keyএর উপর তোমার ডান হাতের তর্জনীটি হাল্কাভাবে স্থাপন কর। Colour wheelএর উপর যে Mason discটি ঘুরিতেছে সেটির উপর যে বৃত্তটির পরিধি রেখা কোন প্রকারে লক্ষ্য করিতে পার সেইটি লক্ষ্যে আসিলেই তোমার তর্জনী দ্বারা ঐ subject's keyটি চাপিয়া রাখিবে আর যেই মাত্র পরিধি রেখাটি লক্ষ্যের বাহিরে চলিয়া যাইবে অমনি subject's keyটি ছাড়িয়া দিবে। এইভাবে পর পর subject's keyটি চাপদিবে ও ছাড়িবে।

আমি 'Ready' বলিলে প্রস্তুত হইবে এবং 'Start' বলিলে পরিধি রেখা লক্ষ্য করিবে এবং পূর্ব নির্দেশানুযায়ী কাজ করিবে। 'Stop' বলিলে কাজ সম্পূর্ণ রূপেই বন্ধ করিবে। অন্তর্দর্শন লিখিও।"



FLUCTUATION OF ATTENTION CURVE

Introspection of the subject :—"অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী আমি আন্তরিকভাবে কাজ করার চেষ্টা করিয়াছি। পরীক্ষাটি আমার বেশ ভাল লাগিয়াছিল। প্রথমে ঐ পরিধি রেখা লক্ষ্য করিতে আমার বেশ অসুবিধা হইয়াছিল, কিন্তু একটু পরেই অসুবিধা দূর হইয়া গেল এবং আমি বেশ সহজভাবেই কাজ করিয়াছিলাম।"

Result :— **Table No. 25**

No. of obs.	Periods in seconds.		Average periods in seconds	
	Attention.	Inattention.	Attention	Inattention
1	6″	6·5″	$\frac{30''}{5} = 6''$	$\frac{31 \cdot 5''}{5} = 6 \cdot 3''$
2	6″	7 0″		
3	5″	6·0″		
4	7″	6 0″		
5	6″	6 0″		

Conclusion :—এই পরীক্ষায় দেখা যায় যে ১ মিনিটের মধ্যে অভীক্ষার্থীর মনোযোগ যথাক্রমে ″, ৬″, ৫″, ৭″, ৬″ সেঃ ও মোট ৩০ সেঃ এবং গড়ে ৬ সেকেণ্ড এবং অমনোযোগ যথাক্রমে ৬·৫″, ৭″, ৬″, ৬″, ৬″ সেকেণ্ড ও মোট ৩১·৫″ সেঃ এবং গড়ে ৬·৩″ সেকেণ্ডে ছিল।

Remarks :—কোন অস্পষ্ট উদ্দীপককে পর্যবেক্ষণ করিলে তাহা কিছুক্ষণ স্পষ্ট ও পরক্ষণেই অস্পষ্ট হইয়া যায়। উদ্দীপকটি সর্বক্ষণ সমান উদ্দীপনার সৃষ্টি করে, কিন্তু উহার প্রতি কিছুক্ষণ মনোযোগ এবং পরক্ষণে অমনোযোগ পর্যায়ক্রমে আসে। ইহাকে যথাক্রমে মনোযোগ ও অমনোযোগের কাল (Periods of attention and inattention) বলে। { ইহাকে মনোযোগের বিচলন (Fluction of attention) বলে। } কালগতভাবে বিভিন্ন ব্যক্তিতে ইহা বিভিন্ন হইতে পারে, তবে ইহা অবশ্যম্ভাবী। মনোযোগ ও অমনোযোগের কাল (Periods of attention and inattention) সাধারণতঃ গড়ে ৫—৬ সেকেণ্ড হইয়া থাকে।

ন্যূনতম ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য উদ্দীপককে (Just Noticeable stimulus) পর্যবেক্ষণ করিলে উদ্দীপকটি কখনও ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য হয় এবং পরক্ষণেই ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য হয় না। যতক্ষণ উহা ইন্দ্রিয় গ্রাহ্য হয় ততক্ষণ তাহাকে মনোযোগের কাল (Duration of attention) এবং যতক্ষণ উহা ইন্দ্রিয়গ্রাহ্য হয় না ততক্ষণ তাহাকে অমনোযোগের কাল (Duration of inattention) বলে। এইভাবে কোন বিষয় বা বস্তুতে মনোযোগ ও অমনোযোগ পর্যায়ক্রমে আসে। ইহাকেই মনোযোগের বিচলন (Fluctuation of attention) বলে।

উপরোক্ত No. XXVIII. পরীক্ষানুযায়ী মনোযোগ ও অমনোযোগের কাল পরিমাপ করিয়া মনোযোগের বিচলন পরীক্ষা করা যাইতে পারে। মনোযোগ ও অমনোযোগের কালের পরিমাণ বিভিন্ন ব্যক্তিতে বিভিন্ন হইতে পারে। মনোযোগ ও অমনোযোগ সাধারণতঃ (৩—৬ সেকেণ্ড অন্তর) পর্যায়ক্রমে আসে। মনোযোগ সাধারণতঃ ৫—৬ সেকেণ্ডের বেশী স্থায়ী হয় না।

CHAPTER XIV

Reaction Time

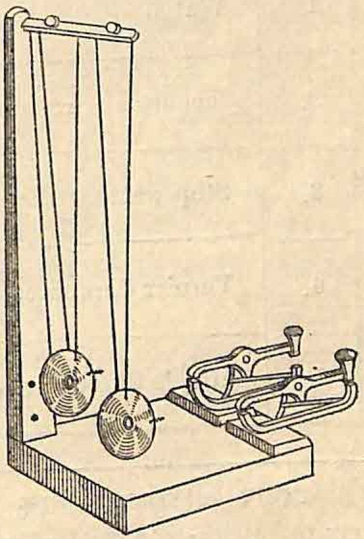
No. XXIX. To determine the Natural Reaction Time of the subject by Vernier Chronoscope using light stimulus.

Basic Concept :—উদ্দীপকের (stimulus) ইন্দ্রিয়গোচর হওয়া এবং ঐ উদ্দীপককে প্রতিক্রিয়া (Response) করার মধ্যবর্তী কালকে **প্রতিক্রিয়া কাল** (**Reaction Time**) বলে। যখন স্বাভাবিক ভাবে প্রতিক্রিয়া করা হয় তখন তাহাকে **স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া কাল** (**Natural Reaction Time**) বলে।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—Vernier Chronoscope, stop-watch, screw driver, threads of different colours, a tiny bulb, battery, wires, screen, etc.

Description of Vernier Chronoscope :—এই যন্ত্র দ্বারা অতি ক্ষুদ্র মুহূর্ত ($\frac{1}{50}''$ sec.) জানিতে পারা যায়। এই যন্ত্রে একটি চৌকোণ ধাতব পদার্থের উপর একটি খাড়া স্তম্ভ (Vertical pillar) আছে। ঐ স্তম্ভটির উপরের দিকে ভূমির সমান্তরাল দণ্ড (Horizontal bar) আছে। ঐ দণ্ডটিতে দুই জোড়া ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র আছে। এই ছিদ্র দিয়া সূতার সাহায্যে দুইটি দোলক (Pendulum) ঝুলান হয়। আর ঐ খাড়া স্তম্ভটির নীচের দিকে দুইটি ছিদ্র আছে। এই ছিদ্রের মধ্য দিয়া একটি লৌহ শলাকা (Iron rod) প্রবেশ করাইয়া দোলক দুইটির দৈর্ঘ্য নিরূপণ করা হয়। পরীক্ষার সময় ঐ দুইটি দোলককে দুইটি Key দ্বারা আটকাইয়া রাখা হয়। স্তম্ভের দূরবর্তী বড় দৈর্ঘ্যের দোলকটিকে (Longer pendulum) যে Keyটি আটকাইয়া রাখে সেটিকে Experimenter's Key এবং স্তম্ভের নিকটবর্তী ছোট দৈর্ঘ্যের দোলকটিকে (Shorter pendulum) যে Keyটি আটকাইয়া রাখে সেটিকে Subject's Key বলা হয়। Experimenter's



VERNIER CHRONOSCOPE

Keyএর সহিত বৈদ্যুতিক বর্তনী (Electric circuit) নির্মাণ করিবার ব্যবস্থা আছে।

Setting of the apparatus :—দোলক দুইটিকে বিভিন্ন রঙিন সূতার সাহায্যে Horizontal bar হইতে ঝুলাইয়া ও Iron rodএর সাহায্যে তাহাদের দৈর্ঘ্যগুলি নির্ধারিত করা হইল।

বড় দোলকটি প্রতি মিনিটে ৭৫ বার অর্থাৎ ০.৮" সেকেণ্ডে একবার দুলে। ছোট দোলকটি প্রতি মিনিটে ৭৭ বার অর্থাৎ ০.৭৭৯" সেকেণ্ডে একবার দুলে। ছোট দোলকটির দৈর্ঘ্য সামান্য বাড়াইয়া এমনভাবে সমন্বয় (Adjustment) সাধন করা হইল যে একই সময়ে এই দুইটি দোলককে দুলাইলে সমকালের মধ্যে যখন ছোট দোলকটি ৪০ বার দুলে তখন বড় দোলকটি ৩৯ বার দুলে।

Table No. 26

No.	Time measuring instruments	Unit of time in second
1.	Watch	$1''$
2.	Jacquet's Chronometer	$1''$ to $\frac{1}{5}''$
3.	Stop watch	$\frac{1}{5}''$ to $\frac{1}{10}''$
4.	Vernier Chronoscope	$\frac{1}{50} = \cdot 02''$ (Vernier constant)
5.	Hipp's Chronoscope	$\frac{1}{1000}'' = \cdot 001''$ (Milli second) $= 1\sigma$ (Sigma)

প্রত্যেক প্রতিক্রিয়া কালকে (Reaction Time) তিন ভাগে বিভক্ত করা যায়। প্রথমতঃ 'প্রস্তুত' এই সঙ্কেতধ্বনি ও উদ্দীপকের উপস্থাপনের মধ্যবর্তী কালকে Fore period, দ্বিতীয়তঃ উদ্দীপকের উপস্থাপন ও উহাতে প্রতিক্রিয়া করার মধ্যবর্তী কালকে Mid period এবং তৃতীয়তঃ প্রতিক্রিয়া করা ও আবার 'প্রস্তুত' এই সঙ্কেতধ্বনির মধ্যবর্তী কালকে Hind period বলা হয়।

নির্দিষ্ট সময়ে ছোট দোলকটি যখন ৪০ বার দুলে তখন বড় দোলকটি ৩৯ বার দুলে
∴ ,, ,, ,, ,, ,, ১ ,, ,, ,, ,, ,, $\frac{৩৯}{৪০}$,, ,,
অর্থাৎ ছোটটির যখন একটি দোলন সম্পূর্ণ হয় তখন বড়টির একটি দোলনের ($১-\frac{৩৯}{৪০}=\frac{১}{৪০}$) $\frac{১}{৪০}$ অংশ বাকী থাকিয়া যায়।

বড় দোলকের ১ বার দুলিতে ০·৮" সেকেণ্ড লাগে
∴ ,, ,, $\frac{১}{৪০}$,, ,, $·৮\times\frac{১}{৪০}=\frac{১}{৫০}=০·০২''$ সেকেণ্ড লাগে।

এই ০·০২" ($\frac{১}{৫০}''$) সেকেণ্ডকে Vernier Constant (V. C.) বলে।

Procedure :—Vernier Chronoscope, battery ও bulb এর মধ্যে বৈদ্যুতিক তারের সাহায্যে এমন ভাবে একটি বৈদ্যুতিক বর্তনী (Electric circuit) নির্মাণ করা হইল যে Experimenter's key টিপিলেই bulbটি জ্বলিয়া উঠে। দুইটি দোলককে দুইটি keyতে আটকান হইল। অভীক্ষক তাহার key টিপিলেই bulbটি জ্বলিয়া উঠে ও তাহার দোলকটি দুলিতে থাকে। (সেই আলো দেখিয়া) অভীক্ষার্থী তাহার Keyটি টিপিয়া প্রতিক্রিয়া করিলেই তাহার দোলকটিও দুলিতে থাকে। এই দোলনের আরম্ভ হইতে যতক্ষণ পর্যন্ত দুইটি দোলকের সূতাগুলি এক রেখায় মিলিত (coincide) না হয় ততক্ষণ অভীক্ষকের দোলকের দোলন সংখ্যা গণনা করা হইল। এই ভাবে ৩০টির গড়কে Vernier Constant (০·০২") দ্বারা গুণ করিয়া অভীক্ষাথার স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া কাল (Natural Reaction Time) নির্ণয় করা হইল।

Instructions to the subject :—"আরাম করিয়া বস। Subject's keyএর উপর তোমার ডান হাতের তর্জনীটি আলগাভাবে রাখ। 'প্রস্তুত' (Ready) এই সঙ্কেত ধ্বনি করিবার পর যেই তোমার সম্মুখস্থ bulbটি জ্বলিয়া উঠিবে অমনি তুমি তোমার তর্জনী দ্বারা Subject's key টিপিয়া প্রতিক্রিয়া করিবে। অসুবিধা হইলে আমাকে জানাইবে। পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার একটি আনুপূর্বিক বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Precautions :—অভীক্ষার্থী যাহাতে পূর্ব হইতে ইঙ্গিত পাইয়া প্রতিক্রিয়া করিতে না পারে সেজন্য অভীক্ষক ও অভীক্ষার্থীর মাঝে পর্দা (Screen) ব্যবহার করিতে হইবে।

Table No. 27

Result :—

No. of obs.	No. oscillations of Longer Pendulum upto coincidence	Mean of each 10 observations	Grand Mean	Vernier Constant (V. C.) =0·02" sec.	Natural Reaction Time in second
1.	6				
2.	7				
3.	6				
4.	6				
5.	7	6·8			
6.	6				
7.	8				
8.	9				
9.	6				
10.	7				
11.	9				
12.	8				
13.	6				
14.	7				
15.	9	7 6	7·03	0·02"	0·14"(app.)
16.	8				
17.	7				
18.	6				
19.	7				
20.	9				
21.	8				
22.	7				
23.	6				
24.	7				
25.	6	6·7			
26.	7				
27.	6				
28.	6				
29.	7				
30.	7				

Introspective report of the Subject :—"এই পরীক্ষাটা আমার বেশ ভাল লাগিয়াছিল। তাই আমি বেশ আনন্দ ও উৎসাহ সহকারে কাজ করিয়া-

ছিলাম। কিন্তু কোন কোন ক্ষেত্রে কি করি কি না করি এইভাবে হতভম্ব হইয়া গিয়াছিলাম। অবশ্য পরমুহূর্তেই নিজেকে ঠিক করিয়া অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী কার্য করিবার যথাসাধ্য চেষ্টা করিয়াছি।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় দেখা যায় যে অভীক্ষার্থীর স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া কাল (Natural Reaction Time) ০·১৪″ সেকেণ্ড হইয়াছে।

Remarks :—স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া কাল ব্যক্তি বিশেষে বিভিন্ন হইতে পারে। এমন কি একই ব্যক্তিতে বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন হইয়া থাকে। এই পরীক্ষার সাহায্যে ব্যক্তিতে ব্যক্তিতে প্রতিক্রিয়া কালের পার্থক্য নির্ণয় করা যাইতে পারে। সাধারণ মানুষের স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া কাল সাধারণতঃ ০·১৩″ সেকেণ্ড হইতে ০·১৪″ সেকেণ্ড পর্যন্ত হইয়া থাকে।

No. XXX. To determine the Sensorial Reaction Time of the subject by Vernier Chronoscope using sound stimulus.

Basic Concept :—উদ্দীপকের ইন্দ্রিয়গোচর হওয়া এবং উহাকে প্রতিক্রিয়া করার মধ্যবর্তী কালকে প্রতিক্রিয়া কাল (Reaction Time) বলে। যখন ঐ উদ্দীপকটি সংবেদনশীল হওয়ার পরে উহাকে প্রতিক্রিয়া করা হয় তখন ইহাকে সংবেদন প্রতিক্রিয়া কাল (Sensorial Reaction Time) বলে।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—Vernier Chronoscope, stop-watch, screw driver, threads of different colours, screen, etc.

Description & setting of the apparatus :—Same as No. XXIX.

Procedure :—দুইটি দোলককে দুইটি keyতে আটকান হইল। অভীক্ষক তাহার keyএর উপর লৌহ-শলাকার দ্বারা আঘাত করিলে তাহার দোলকটি দুলিতে থাকিল। (ঐ শব্দ শুনিয়া) অভীক্ষার্থী তাহার keyটি টিপিয়া প্রতিক্রিয়া করিলে তাহার দোলকটিও দুলিতে থাকিল। বড় দোলকটির দোলনের আরম্ভ হইতে যতক্ষণ পর্যন্ত দুইটি দোলকের সূতাগুলি এক রেখায় মিলিত (Coincide) না হইল ততক্ষণ বড় (অভীক্ষকের) দোলকের দোলন সংখ্যা গণনা করা হইল। এইভাবে ৩০টির গড়কে Vernier Constant (০·০২″) দ্বারা গুণ করিয়া অভীক্ষার্থীর সংবেদন প্রতিক্রিয়া কাল (Sensorial Reaction Time) নির্ণয় করা হইল।

Instructions to the subject :—"আরাম করিয়া বস। তোমার পাশে Subject's keyএর উপর তোমার ডান হাতের তর্জনীটি আলগা ভাবে রাখ। মনোযোগ দিয়া শুন। 'প্রস্তুত' (Ready) এই সংকেত ধ্বনি শুনিবার ঠিক পরে তোমার সম্মুখস্থ যন্ত্রের উপর কোন শব্দ শুনিলে এবং ঐ শব্দটি সম্পর্কে সুনিশ্চিত হইলে তোমার ডান হাতের তর্জনী দ্বারা Subject's keyটি টিপিয়া প্রতিক্রিয়া করিবে। যতবার এইরূপ শব্দ শুনিবে এবং উহার সম্পর্কে নিঃসন্দেহ

হইবে ততবার পূর্ববৎ প্রতিক্রিয়া করিবে নতুবা প্রতিক্রিয়া করিবে না। খুব সাবধানে কাজ করিবে—দেখ যেন ভুল না হয়।

পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার ও কার্যাবলীর একটি বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Precautions : – Same as before.

Result :— **Table No. 28**

No. of obs.	No. of Oscillations of Longer Pendulum upto coincidence	Mean of each 10 observations	Grand Mean	Vernier Constant (V. C.) =0·02″ sec.	Sensorial Reaction Time in second
1	12				
2	11				
3	12				
4	12				
5	12	11·9			
6	13				
7	11				
8	12				
9	12				
10	12				
11	11				
12	12				
13	12				
14	12				
15	13	11·9	11·93	0·02″	0·238″=
16	12				0·24″sec.
17	12				(app.)
18	12				
19	12				
20	11				
21	12				
22	11				
23	13				
24	12				
25	12	12·0			
26	12				
27	13				
28	11				
29	12				
30	12				

Introspective report of the subject :—"অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী শব্দ শ্রবণ সম্পর্কে সুনিশ্চিত হইয়া প্রতিক্রিয়া করিয়াছি। যতবার ঐ শব্দ নিঃসন্দেহে শুনিয়াছি ততবার যথাযথভাবে প্রতিক্রিয়া করিবার চেষ্টা করিয়াছি। অবশ্য এই পরীক্ষাটা আমার বেশ ভাল লাগিয়াছিল। এই পরীক্ষায় একটুও কষ্ট বা ক্লান্তি বোধ করি নাই।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় দেখা যায় যে অভীক্ষার্থীর সংবেদন প্রতিক্রিয়াকাল (Sensorial Reaction Time) ০'২৪" সেকেণ্ড হইয়াছে।

Comparative Table No. 29

No.	Simple Reactions	Stimulus	Reaction Time in sec.
1.	Natural	Light	0·14″
2.	Sensorial	Sound	0·24″

Remarks :—যদিও স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া কালের পরীক্ষায় দর্শনজাত উদ্দীপকের প্রয়োগ করা হইয়াছিল তবুও এই স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়াকাল (০'১৪") অপেক্ষা শ্রবণজাত উদ্দীপকের সাহায্যে নির্নীত এই সংবেদন প্রতিক্রিয়াকাল (০'২৪") প্রায় দ্বিগুণ হইয়াছে। স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া কালের পরীক্ষায় অভীক্ষার্থীর মনোযোগ উদ্দীপক কিংবা প্রতিক্রিয়া কোনটারই প্রতি নির্দেশিত হয় না, কিন্তু সংবেদন প্রতিক্রিয়া কালের পরীক্ষায় অভীক্ষার্থীর মনোযোগ উদ্দীপকের প্রতি নির্দেশিত ও আকৃষ্ট করা হয়। তাই সংবেদন প্রতিক্রিয়া কাল স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া কাল অপেক্ষা বেশী হইয়া থাকে।

No XXXI. To determine the Muscular Reaction Time of the subject by Vernier Chronoscope using sound stimulus.

Basic Concept :—উদ্দীপকের ইন্দ্রিয়গোচর হওয়া এবং উহাকে প্রতিক্রিয়া করার মধ্যবর্তী কালকে প্রতিক্রিয়াকাল (Reaction Time) বলে। যখন উদ্দীপকটি ইন্দ্রিয়গোচর হওয়া মাত্রই অতি দ্রুত উহাকে প্রতিক্রিয়া করা হয় তখন ইহাকে পেশী প্রতিক্রিয়াকাল (Muscular Reaction Time) বলে।

Preliminaries :—Same as before (No. XXX)
Materials Required :—Same as before
Description & Setting of the apparatus :—Same as before
Procedure :—Same as before.

Instructions to the subject :—"তোমার ডান হাতের তর্জনীটি Subject's Keyএর উপর আলগা ভাবে স্থাপন কর। 'প্রস্তুত' (Ready) এই সঙ্কেত ধ্বনি শ্রবণের ঠিক পরেই এই যন্ত্রের উপর যেই কোন শব্দ শুনিবে তৎক্ষণাৎ তোমার Key টিপিয়া প্রতিক্রিয়া করিবে। দেখ, এই প্রতিক্রিয়া করিতে একটুও দেরী না হয়। মনে রাখিবে আমি তোমার পেশী-প্রতিক্রিয়াকাল পরিমাপ

করিতেছি। সুতরাং এই শব্দ শোনা মাত্রই যত তাড়াতাড়ি পার তোমার Key টিপিয়া প্রতিক্রিয়া করিবে। সাবধান, ভুল না হয়।

পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার ও কার্যকলাপের একটি বিবরণী লিখিয়া দিবে।

Precautions :—Same as before.

Result :—

Table No 30

No. of obs.	No. of Oscillations of Longer Pendulum upto coincidence	Mean of each 10 Observations	Grand Mean	Vernier Constant (V. C.) = 0·02″ sec.	Muscular Reaction Time in sec.
1	5				
2	6				
3	6				
4	5				
5	5	5·7			
6	6				
7	6				
8	7				
9	5				
10	6				
11	6				
12	6				
13	7				
14	5				
15	6	5·8	5·8	0·02″	0·116″ = 0·12″(app.)
16	6				
17	6				
18	5				
19	6				
20	5				
21	5				
22	6				
23	6				
24	5				
25	6	5·9			
26	6				
27	6				
28	6				
29	7				
30	6				

Introspection of the subject :—"অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী যন্ত্রের উপর নির্দিষ্ট শব্দ শোনা মাত্রই যত তাড়াতাড়ি পারিয়াছি আমার Keyটি টিপিয়া প্রতিক্রিয়া করিয়াছি। যতবার ঐরূপ শব্দ শুনিয়াছি ততবারই ঐভাবে অতি দ্রুত প্রতিক্রিয়া করিয়াছি। এই পরীক্ষায় মাঝে মাঝে আমি অস্বস্তি বোধ করিতেছিলাম।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় দেখা যায় যে অভীক্ষার্থীর পেশী-প্রতিক্রিয়া কাল (Muscular Reaction Time) ০'১২" সেকেণ্ড হইয়াছে।

Comparative Table No. 31

No.	Simple Reactions	Stimulus	Reaction Time in second
1.	Natural	Light	0·14"
2.	Sensorial	Sound	0·24"
3.	Muscular	,,	0·12"

Remarks :—দর্শনজাত উদ্দীপকের সাহায্যে অভীক্ষার্থীর স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া কাল ০'১৪" এবং শ্রবণজাত উদ্দীপকের সাহায্যে অভীক্ষার্থীর সংবেদন ও পেশী-প্রতিক্রিয়া কাল যথাক্রমে ০'২৪" ও ০'১২" সেকেণ্ড হইয়াছে। অর্থাৎ সংবেদন প্রতিক্রিয়াকাল পেশী-প্রতিক্রিয়াকাল অপেক্ষা দ্বিগুণ হইয়াছে। ইহার কারণ অভীক্ষার্থীর মনোযোগ সংবেদন প্রতিক্রিয়ায় উদ্দীপকের প্রতি আর পেশী প্রতিক্রিয়ার প্রতি নির্দেশিত হয়। সেজন্য সাধারণতঃ পেশী-প্রতিক্রিয়াকাল অপেক্ষা সংবেদন প্রতিক্রিয়াকাল অধিক হইয়া থাকে।

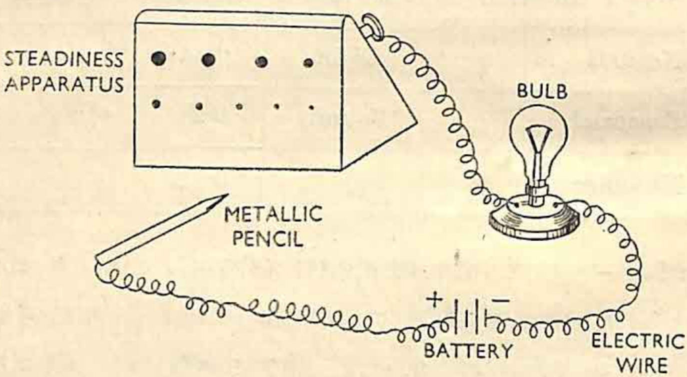
CHAPTER XV

Individual Differences (Mental Measurements)

No. XXXII. To determine the steadiness of the subject by Steadiness Apparatus.

Basic Concept :—ঐচ্ছিক পেশীর উপর মনের যথেষ্ট প্রভাব আছে। এই পেশীর দৃঢ়তা বিভিন্ন ব্যক্তিতে বিভিন্ন—এমনকি একই ব্যক্তিতে বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন রূপ হইতে পারে।

Materials Required :—Steadiness Apparatus, metallic pencil, electric bulb with wires, dry cell, stop-watch, etc.



STEADINESS APPARATUS

Description of Steadiness Apparatus :—ইহা ধাতুনির্মিত যন্ত্র। ইহার দ্বারা ঐচ্ছিক পেশীর দৃঢ়তা পরিমাপ করা যায়। ইহাতে 12, 8, 6·5, 5, 4·5, 4, 3·5, 3, 2·5 mm. ব্যাসযুক্ত ৯টি গোলাকার ছিদ্র আছে। ইহার সঙ্গে বৈদ্যুতিক তারযুক্ত একটি ধাতব পেন্সিল আছে।

Method :—Steadiness Apparatus, electric bulb, battery, ও metallic pencil-টিকে বৈদ্যুতিক তারের সাহায্যে এমনভাবে একটি বৈদ্যুতিক বর্তনী (Electric circuit) নির্মাণ করা হইল যে ধাতব পেন্সিলটি দ্বারা Steadiness Apparatus-টি স্পর্শ করিলেই Electric bulbটি জ্বলিয়া উঠে।

অভীক্ষার্থী বাম হাতে ধাতব পেন্সিলটি ধরিয়া বৃহত্তম ছিদ্রের মধ্যে প্রবেশ করাইয়া এমন ভাবে ধরিয়া রাখিবে যাহাতে উহা Apparatusটি স্পর্শ না

করে। এইভাবে ১০ সেকেণ্ড ধরিয়া থাকিবে। ১৫ সে. বিশ্রামান্তে ডান হাতে পূর্ববৎ কার্য করিবে। আবার ১৫ সে. বিশ্রামান্তে পূর্ববৎ পরপর বাম ও ডান হাত দিয়া প্রত্যেকবারে ১০ সে. ধরিয়া পরবর্তী ছোট ছিদ্রগুলিতে ধাতব পেন্সিলটি প্রবেশ করাইবে। এইভাবে ক্ষুদ্রতম ছিদ্র পর্যন্ত অগ্রসর হইবে। Stop-watch এর সাহায্যে সময়ের পরিমাপ করা হইবে। ফলাফলটি ছক করিয়া লিখিতে হইবে।

Instructions to the subject :—"বাম হাতে ধাতব পেন্সিলটি ধরিয়া Seadiness Apparatusটির বৃহত্তম ছিদ্রের মধ্যে কিছু সময় ধরিয়া এমনভাবে ঢুকাইয়া রাখিবে যাহাতে উহা Apparatusটি স্পর্শ না করে। স্পর্শ করিলেই কিন্তু Bulbটি জ্বলিয়া উঠিবে। যখন বিশ্রাম করিতে বলিব তখন বিশ্রাম করিবে এবং যখন যেমন ভাবে কার্য করিতে বলিব তখন সেরূপভাবে কার্য করিবে। বিশ্রামান্তে ডান হাতে পূর্ববৎ ঐ ছিদ্রের মধ্যে পেন্সিলটি ঢুকাইবে। আবার বিশ্রামান্তে পূর্ববৎ পরপর যথাক্রমে বাম ও ডান হাতে পরবর্তী ছোট ছিদ্রগুলিতে অগ্রসর হইবে। কোনরূপ অসুবিধা হইলে জানাইবে। যে হাতে কার্য করিবে সে হাত অবলম্বনহীন হইবে এবং অপর হস্তটি কোমরে থাকিবে। অন্তর্দর্শন লিখিও।"

Result :—

Table No. 32

	Time in seconds								
Number of holes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Left Hand									
Right Hand									

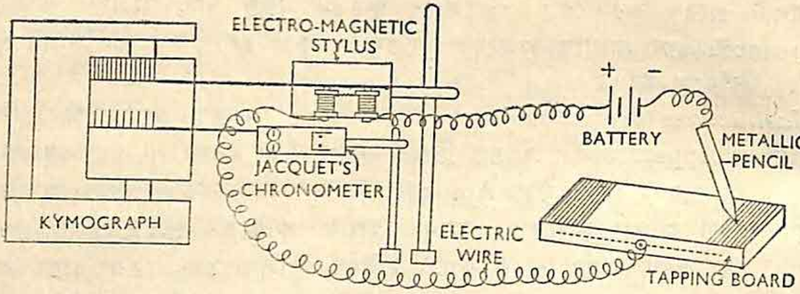
No. XXXIII. To find out the tapping rate per minute of two subjects from a work of tapping for 5 minutes in each case. H. S. 1960. '61.

Basic Concept :—ইচ্ছাপূর্বক পেশী সঞ্চালনের ক্ষমতা বিভিন্ন ব্যক্তিতে বিভিন্ন—এমন কি একই ব্যক্তিতে বিভিন্ন সময়ে অবসাদ ও ক্লান্তি বশতঃ বিভিন্নরূপ হইতে পারে। এই পরীক্ষা দ্বারা দুই ব্যক্তির ইচ্ছাপূর্বক পেশী সঞ্চালনের ক্ষমতা পরিমাপ করিতে হইবে।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—Tapping board, metallic pencil, electro-

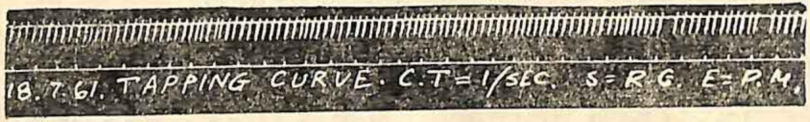
magnetic stylus, battery & wires, kymograph and accessories, Jacquet's Chronometer, stop-watch, stands, screen, etc.



TAPPING INSTRUMENTS

Short description of Tapping board :—ইহা একটি কাষ্ঠ ও ধাতু নির্মিত যন্ত্র বিশেষ। একটি আয়তাকৃতি কাঠের দুই প্রান্তে দুইটি ধাতব ফলাকার সহিত Metallic connection আছে। একটি ধাতব পেন্সিল দ্বারা ঐ দুইটি ধাতব প্রান্তে টোকা দিতে হয়। অন্যান্য যন্ত্রপাতির সাহায্যে ঐ টোকাগুলি Record করিতে হয়। এই যন্ত্রের সাহায্যে মানুষের ইচ্ছাপূর্বক পেশী সঞ্চালনের ক্ষমতা পরিমাপ করা হয়।

Procedure :—Kymographএর Drumটির উপর একটি সাদা মার্বেল কাগজ আটকান হইল এবং ঐ কাগজটি ভূসো মাখান (Smoked) হইল। ঐ ভূসো মাখান Drumটি Kymographএর উপর যথাযথ ভাবে স্থাপন করা হইল। Tapping board, electro-magnetic stylus, battery ও metallic pencilটি বৈদ্যুতিক তারের সাহায্যে এমন ভাবে সংযুক্ত করা হইল যে ঐ Metallic pencil দ্বারা Tapping boardটির ধাতব ফলাকাটিতে টোকা দিলেই বৈদ্যুতিক বর্তনী (Electric circuit) সম্পূর্ণ হইয়া Electro-magnetic stylusটি নড়িয়া উঠে। ঐ Electro-magnetic stylusটিকে একটি standএর সাহায্যে ঐ Drumএর ভূসো মাখান কাগজের উপর স্পর্শকের ন্যায় ভূমির সমান্তরালভাবে (Tangentially and horizontally) স্থাপন করা হইল যে Stylusটি উঠানামা করিলে তাহার আঁচড় Drumএর ভূসো মাখান কাগজের উপর পড়িবে। Electro-magnetic stylusটির অনুরূপ ভাবে Chronometerটিও একটি Standএর সাহায্যে ঐ Drumএর ভূসো মাখান কাগজের উপর স্থাপন করা হইল। Chronometerটি প্রতি সেকেণ্ডে একটি দাগ কাটিবার ব্যবস্থা করা হইল। তারপর Kymographটি চালান হইল এবং (stop-watchএর সাহায্যে)



TAPPING CURVE

Result :—

Table No. 33

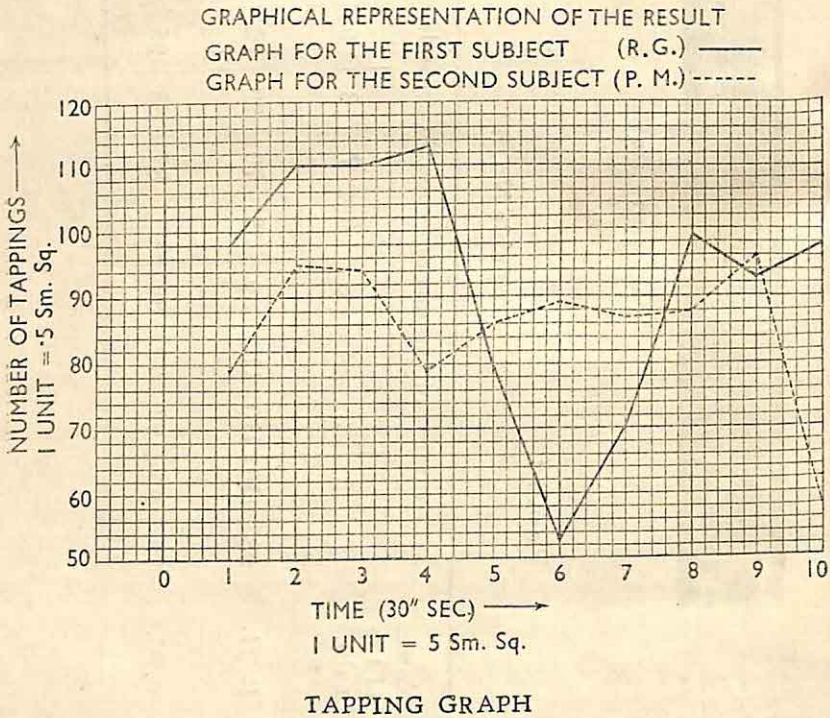
No. of subj.	Names of the subj.	Number of tappings at each 30 seconds										Total tapping in 5 min.	Average tappings per min.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.	R. G.	98	110	110	113	80	53	70	99	93	98	924	184·8
2.	P. M.	79	95	92	79	86	99	87	88	96	58	859	171·8

পাঁচ মিনিট ধরিয়া প্রথম অভীক্ষার্থীর টোকা গ্রহণ করা হইল। অনুরূপভাবে পাঁচ মিনিট ধরিয়া দ্বিতীয় অভীক্ষার্থীর টোকা গ্রহণ করা হইল।

পরীক্ষার শেষে Drumএর ভূসো মাখান কাগজটিতে Experimenter's & subject's names, date, time = tick per second প্রভৃতি লিখিয়া কাগজটির কালো অংশটি উপর দিকে রাখিয়া উহা Varnishএর মধ্যে ডুবাইয়া এবং সাবধানে ঝুলাইয়া বাতাসে শুকাইয়া লওয়া হইল।

প্রয়োজনীয় হিসাব (calculation) করিয়া একটি ছক-কাগজে (Graph paper) ঐ ফলাফলটির একটি লেখ (graph) অঙ্কন করা হইল।

No. 4



TAPPING GRAPH

Instructions to the subject :—"আরাম করিয়া বস। ধাতব পেন্সিলটি দিয়া Tapping boardএর উভয় প্রান্তস্থিত ধাতব ফলাকা দুইটির উপর পরপর যত তাড়াতাড়ি পার টোকা দিবে। 'Ready' বলিলে ধাতব পেন্সিলটি ডান হাতে ভাল করিয়া ধরিয়া টোকা দেওয়ার জন্য প্রস্তুত হইবে। 'Start' বলিলে টোকা দেওয়া আরম্ভ করিবে। 'Stop' বলিলে টোকা দেওয়া বন্ধ করিবে।

কোনরূপ অসুবিধা হইলে আমাকে জানাইবে। পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমাদের মানসিক অবস্থার একটি আনুপূর্বিক বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Introspection of the subject :—(1) "অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী কার্য করিবার যথাসাধ্য চেষ্টা করিয়াছি। পরীক্ষাটি আমার বেশ ভাল লাগিয়াছিল। কাজের সুরু হইতেই পূর্ণ উদ্যমে কার্য করিয়াছি কিন্তু শেষের দিকে ক্লান্তি ও অবসাদের জন্য টোকা দিতে যেন নিরুৎসাহ হইয়া পড়িয়াছিলাম।"

(2) "এই পরীক্ষাটি আমার নিকট বিশেষ আকর্ষণীয় হয় নাই। এই টোকা দিতে আমার ভাল লাগে নাই। অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী কাজ করিবার চেষ্টা করিয়াছি মাত্র।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় এই সিদ্ধান্ত করা যায় যে প্রথম ও দ্বিতীয় অভীক্ষার্থী ৫ মিনিটে যথাক্রমে ৯২৪ ও ৮৫৯ অর্থাৎ প্রতি মিনিটে যথাক্রমে ১৮৪·৮ ১৭১·৮ টি টোকা দিয়াছে।

Remarks :—এই পরীক্ষায় দেখা যায় যে ইচ্ছাপূর্বক পেশী-সঞ্চালনের ক্ষমতা বিভিন্ন ব্যক্তিতে বিভিন্ন ; এমনকি একই ব্যক্তিতে বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন হইয়াছে। কারণ কর্মে উৎসাহ ও উদ্দীপনা এবং অবসাদ ও ক্লান্তি বিভিন্ন ব্যক্তিতে বিভিন্ন।

No. XXXIV. To take two subjects and find out the rate per minute of mental work on a "Cancellation Test". The experiment should be continued for 5 minutes in each case. Graphically represent the result. H. S. 1960. '61. '62.

Basic Concept :—মানুষের মানসিক ক্ষমতা সীমাবদ্ধ। মানসিক কর্মে মনোযোগের একান্তই আবশ্যক। এই মনোযোগের অভাব ও মানসিক অবসাদের জন্য কর্মের মধ্যে ভুল হইতে পারে এবং কর্মের গতিও ব্যাহত হইতে পারে। কর্মের গতি ও নির্ভুলতা বিভিন্ন ব্যক্তিতে বিভিন্ন—এমনকি একই ব্যক্তিতে বিভিন্ন সময়ে বিভিন্নরূপ হইতে পারে।

Preliminaries :—

Name of the experimenter :—N. C. Das.

Names of the subjects :—(1) U. Das. (2) S. Goswami

Ages of the subjects :—(1) 22 years (2) 21 years

Mental Condition of the subjects :—Normal

Physical Condition of the subjects :—Sound

Weather Condition :—Fair

Time of experiment :—12 A. M. to 1-30 P. M. Date. 6. 8. 62.

Materials Required :—Cancellation Test Forms, stop-watch, graph paper, scale, pencil, etc.

Rules for the preparation of Cancellation Test Forms :—

(১) অক্ষরগুলির মধ্যে কোন ক্রম (order) থাকিবে না।

(২) অক্ষরগুলি ঘন সন্নিবিষ্ট হইবে।

(৩) অক্ষরগুলির মধ্যে সমান ফাঁক থাকিবে।

Procedure :—উপরিলিখিত নিয়মানুযায়ী রচিত দুইটি Cancellation Test Form অভীক্ষার্থীদ্বয়ের প্রত্যেককে একটি করিয়া দেওয়া হইল। পরীক্ষা আরম্ভের পূর্বে যাহাতে উহা পড়িয়া লইতে না পারে সেজন্য ঐ Formগুলি উল্টাইয়া রাখিতে নির্দেশ দেওয়া হইল। তাহাদিগকে A ও K এই দুইটি অক্ষর কাটিবার (Cancel A & K) এবং কার্য আরম্ভ করিবার পর প্রতি ৩০ সেকেণ্ড অন্তর দুইটি রেখা (//) দ্বারা চিহ্নিত করিবার নির্দেশ দেওয়া হইল। এইভাবে ৫ মিনিট কাজ হইবার পর তাহাদের কাজের মধ্যে যে সমস্ত ভুল হইয়াছে সেই সমস্ত ভুলের নীচে দাগ টানা হইল। ফলাফলগুলি ছক করিয়া লেখা হইল এবং প্রয়োজনীয় হিসাব (Calculation) করা হইল।

একটি ছক কাগজে (Graph paper) এই পরীক্ষার ফলাফলগুলির সাহায্যে লেখ (graph) অঙ্কন করা হইল।

Precautions :—

(১) Cancellation Test Formগুলি নিয়মানুসারে ও স্পষ্টরূপে লিখিত কিংবা মুদ্রিত হওয়া দরকার—যাহাতে পড়িবার কোনরূপ অসুবিধা না হয়।

(২) ঠিক প্রতি ৩০ সেকেণ্ড অন্তর "Mark" বলিতে হইবে এবং কার্য আরম্ভের ঠিক পাঁচ মিনিট পরেই "Stop" বলিতে হইবে।

(৩) নির্দেশগুলি অভীক্ষার্থীদ্বয়কে ভালভাবে সহজ সরল ভাষায় বুঝাইয়া দিতে হইবে।

Instructions to the subjects :—"একটি কলম ডান হাতে লইয়া আরাম করিয়া বস। এই Formগুলি উল্টাইয়া রাখ। এই Formগুলির মধ্যে যে সকল অক্ষর আছে তাহাদের মধ্যে কেবলমাত্র A ও K কলম দিয়া কাটিবে (Cancel A & K)। "Ready" বলিলেই অক্ষর কাটিবার জন্য কলম হাতে লইয়া প্রস্তুত হইবে। "Start" বলিলেই Formটি উল্টাইয়া কেবলমাত্র A ও K এই দুটি অক্ষর কাটিতে আরম্ভ করিবে। যখন "Mark" বলিব তখন তুমি যেখান পর্যন্ত অগ্রসর হইবে সেখানে ছোট ছোট দুইটি (//) দাগ টানিবে। আর যেই "Stop" বলিব অমনি কার্য বন্ধ করিবে। দেখ খুব মনোযোগ সহকারে কার্য করিবে—ভুল যেন না হয়। কোনরূপ অসুবিধা হইলে আমাকে জানাইবে। পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমাদের মানসিক অবস্থার কার্যকলাপের একটি আনুপূর্বিক বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Table No. 34.

Result :—

No.	Names of subjects	Number of letters cancelled at each 30 seconds										Total number of letters cancelled in 5 min.	Average Number of letter cancelled per min.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.	U. Das	9	6	9	11	8	11	12	8	9	10	93	18·6
2.	S. Goswami	4	6	12	12	8	13	12	16	11	15	109	21·8

Index of accuracy according to the formula $A = \frac{C-W}{C+O}$

in which A = the index of accuracy,

O = the number of letters erroneously omitted,

C = the number of letters crossed,

W = the number of letters wrongly crossed.

(1) Index of accuracy $(A) = \frac{C-W}{C+O} = \frac{93-0}{93+7}$

(for the first subject)

$$= \frac{93}{100} = \cdot 93$$

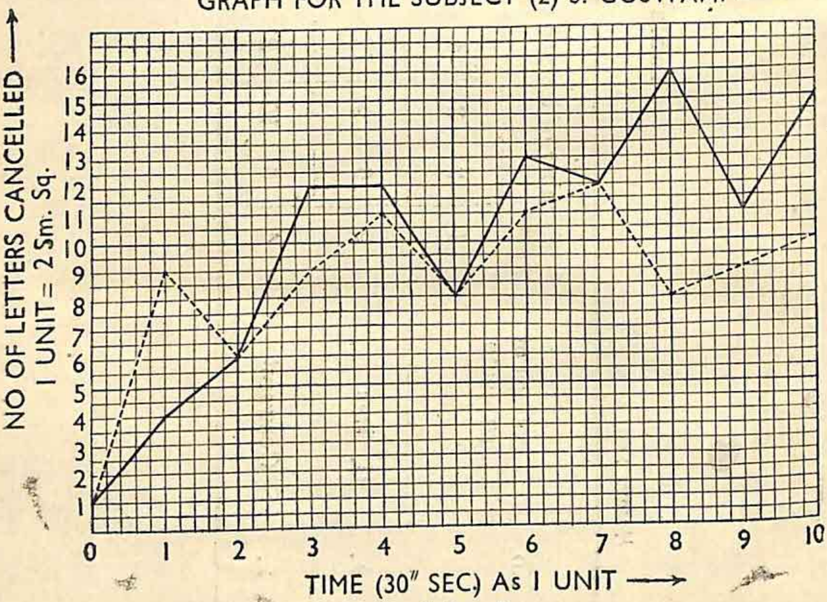
(2) Index of accuracy $(A) = \frac{C-W}{C+O} = \frac{109-0}{109+1}$

(for the second subject) $= \frac{109}{110} = \cdot 99$

GRAPHICAL REPRESENTATION OF THE RESULT

GRAPH FOR THE SUBJECT (1) G. MANDAL ------

GRAPH FOR THE SUBJECT (2) S. GOSWAMI ——



No. 5. CANCELLATION TEST GRAPH

Introspective reports of the subjects :—(১) "কার্য আরম্ভ করিবার একটু পরেই আমার চোখ কন কন করিতে লাগিল। তারপর যখন দুই চোখ জলে ভরিয়া উঠিল—তখন আর দেখিতে পাই নাই। অবশেষে কাপড়ে চোখের জল মুছিয়া অনেক কষ্টে কাজ করিতে লাগিলাম। কিন্তু পরীক্ষাটা আমার নিকট মোটেই আনন্দদায়ক হয় নাই বরং আমার অসন্তোষের কারণ হইয়াছিল। নিতান্ত অনিচ্ছাসত্ত্বেও অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী শেষ পর্যন্ত কার্য করিতে বাধ্য হইয়াছিলাম।"

(২) "অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী কার্য করিবার আন্তরিক চেষ্টা করিয়াছি। কিন্তু কার্য আরম্ভ করিয়াই আমার যেন ভয় হইল—ধীরে ধীরে সন্দেহের সহিত কার্য করিতেছিলাম। তারপর মনের মধ্যে সাহসের সঞ্চার হইল—যেন মনের মরা গাঙ্গে সাহসের জোয়ার আসিল। আর পরমানন্দে কাজ করিয়া যাইতে লাগিলাম। এই পরীক্ষাটা আমার বেশ ভাল লাগিয়াছিল। তাই শেষ পর্যন্ত বেশ পরম উৎসাহে ও আনন্দে কাজ করিয়াছিলাম।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় এই সিদ্ধান্ত করা যায় যে প্রথম ও দ্বিতীয় অভীক্ষার্থী ৫ মিনিটে যথাক্রমে ৯৩ ও ১০৯ অর্থাৎ প্রতি মিনিটে যথাক্রমে ১৮·৬ ও ২১·৮টি অক্ষর কাটিয়াছে। Index of accuracy প্রথম ও দ্বিতীয় অভীক্ষার্থীর ক্ষেত্রে যথাক্রমে ·৯৩ এবং ·৯৯ হইয়াছে।

Remarks :—এই পরীক্ষায় দেখা যায় যে মানুষের মানসিক ক্ষমতা সীমাবদ্ধ। মানসিক কর্মের জন্য মনোযোগ, উৎসাহ, উদ্দীপনা ও আগ্রহ একান্ত প্রয়োজন। সেই মনোযোগের অভাব ও অবসাদ আসিলে কাজের ত্রুটি বিচ্যুতি হয় এবং কর্মের গতিও ব্যাহত হয়। বিভিন্ন মানুষের কর্মক্ষমতা বিভিন্ন—এমন কি একই ব্যক্তির কর্মক্ষমতা বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন কারণবশতঃ বিভিন্ন হয়।

এই পরীক্ষায় দ্বিতীয় অভীক্ষার্থী প্রথম অভীক্ষার্থী অপেক্ষা অধিক উৎসাহী ও আগ্রহশীল হওয়ায় প্রথম অভীক্ষার্থী (গড়ে ১৮·৬টা) অপেক্ষা দ্বিতীয় অভীক্ষার্থী (গড়ে ২১·৮টা) বেশী কাজ করিয়াছে। দ্বিতীয় অভীক্ষার্থীর চোখের কোনরূপ অসুবিধা না হওয়ায় সে অধিকতর নির্ভুলভাবে ও দ্রুত গতিতে কাজ করিয়াছে।

No. XXXV. To determine the Concrete Intelligence of the subject by Alexander's Pass Along Test.

Basic Concept : সমস্যা সমাধান করার ক্ষমতাকে বুদ্ধি বলে। হাতে কলমে কাজ করিতে হইলে যে বুদ্ধির প্রয়োজন তাহাকে মূর্ত বুদ্ধি (Concrete Intelligence) বলে। এই মূর্ত বুদ্ধি পরিমাপ করিবার বিভিন্ন পদ্ধতি আছে।

Prelimenaries :—Same as before.

Materials Required :—Alexander's Pass Along Test Materials (Test box, picture cards, scoring sheet), stop-watch, screen, etc.

Description of Alexander's Pass Along Test :—এই অভীক্ষাটি Alexander উদ্ভাবন করিয়াছিলেন বলিয়া তাঁহার নামানুসারে ইহার নামকরণ হয়। এই অভীক্ষাটি মূর্তবুদ্ধি পরিমাপ করিবার একটি পদ্ধতি বিশেষ।

একটি অভীক্ষা বাক্সের মধ্যে কয়েকটি রঙিন ছক্ এবং ৯টি অভীক্ষা পত্র (Test cards) থাকে। প্রত্যেক কার্ডের চিত্রের বিপরীত ভাবে trayতে ছকগুলি সাজাইয়া দেওয়া হয়। নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে অভীক্ষার্থী ছকগুলি না উঠাইয়া চিত্রের অনুরূপভাবে সাজাইয়া দিতে পারিলে সবচেয়ে বেশী সাফল্যাঙ্ক (Maximum score) লাভ করে। নির্দিষ্ট সময়ের অতিরিক্ত সময় লাগিলে কিছু সাফল্যাঙ্ক (score) বাদ যায়। কালসীমা (Time limit) অতিক্রান্ত হইলে অভীক্ষা বন্ধ করা হয়।

এইভাবে অভীক্ষার্থীর বয়সের প্রমাণ সাফল্যাঙ্কের (Standard score) সহিত তুলনা করিয়া অভীক্ষার্থীর মূর্তবুদ্ধি কোন স্তরের তাহা বলা হয়।

Procedure :—অভীক্ষার্থীকে প্রথম সমস্যার সমাধান দেখান হইল। পরে অভীক্ষা পত্রের বিপরীত ভাবে Trayতে ছকগুলি সাজাইয়া অভীক্ষার্থীকে দেওয়া হইল। অভীক্ষার্থী কিভাবে এবং কতক্ষণে সমস্যার সমাধান করিল তাহা (stop-watchএর সাহায্যে) পরিমাপ করা হইল। নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে অভীক্ষার্থী কোন সমস্যার সমাধান করিতে ব্যর্থ হইলে সেই সমস্যার সমাধান দেখান হইল। (পর পর দুইটি সমস্যার সমাধান করিতে ব্যর্থ হইলে পরীক্ষা বন্ধ করা হয়।)

নিম্নোক্ত scoring sheet অনুযায়ী নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে সমস্যা সমাধান করিলে সবচেয়ে বেশী সাফল্যাঙ্ক দেওয়া হইল এবং নির্দিষ্ট সময় অতিক্রান্ত হইলে নির্দিষ্ট সাফল্যাঙ্ক বাদ দেওয়া হইল এবং কালসীমা (Time limit) অতিক্রম করিলে সেই অভীক্ষা বন্ধ করা হইল। এই অভীক্ষার্থীর সমস্ত সাফল্যাঙ্ক যোগ করিয়া তাহার মূর্তবুদ্ধি (Concrete Intelligence) পরিমাপ করা হইল।

নিম্নে Alexander's Pass Along Testএর Scoring sheet দেওয়া হইল।

Table No. 35

Problem No.	Time limit	Score	Deductions
1.	2′	2	1′ মিনিটের বেশী সময় লাগিলে প্রতি এক মিনিট বা তাহার ভগ্নাংশের জন্য ১ নম্বর বাদ যাইবে।
2. 3. 4. 5. 6. 7.	2′ 3′ 3′ 3′ 3′ 3′	3 5 5 5 5 5	1′ মিনিটের বেশী সময় লাগিলে প্রতি ৩০ সেকেণ্ড বা তাহার ভগ্নাংশের জন্য ১ নম্বর বাদ যাইবে।
8.	4′	7	1′—30″ সেকেণ্ডের বেশী সময় লাগিলে প্রতি ৩০″ সেকেণ্ডের বা তাহার ভগ্নাংশের জন্য ১ নম্বর বাদ যাইবে।
9.	5′	8	2′ মিনিটের বেশী সময় লাগিলে প্রতি 30″ সেকেণ্ড বা তাহার ভগ্নাংশের জন্য ১ নম্বর বাদ যাইবে।

Instructions to the subjects :—"একটি সমস্যার সমাধান কিভাবে করিতে হয় তাহা আমি তোমাকে এখন দেখাইব। ইহার অনুরূপভাবে তুমি কয়েকটি সমস্যার সমাধান করিবে। অভীক্ষাপত্রের (Test card) বিপরীতভাবে ছকগুলি সাজান আছে। রঙিন ছকগুলি Tray হইতে না উঠাইয়া কেবলমাত্র এদিক ওদিক সরাইয়া অভীক্ষাপত্রের অনুরূপভাবে যত তাড়াতাড়ি পার Tray-এর লাল রঙের দিকে লাল রঙের ছকগুলি এবং নীল রঙের দিকে নীল রঙের ছকগুলি সাজাইয়া দিবে। কোন অসুবিধা হইলে আমাকে জানাইবে।

"পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার একটি আনুপূর্বিক বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Result :— **Table No. 36**

Problem No.	1"	2	3	4	5	6	7	8	9	Total score Obtained
Time taken	45"	55"	1'-20"	1'-25"	1'-30"	1'-50"	1'-55"	2'-25"	5'	
Score obtained	2	3	4	4	4	3	3	5	0	28

{ Laboratory Norm = 26 with Standard Deviation (SD) = ±7 }

Introspective Report of the subject :—"এই পরীক্ষাটা আমার বেশ ভাল লাগিয়াছিল। পরীক্ষাটি আরম্ভ হইলে ভয়ে প্রাণটা যেন দুরু দুরু করিতেছিল। কিন্তু যখন প্রথম সমস্যাটা সমাধান করিয়া ফেলিলাম, তখন মনের মরা গাঙ্গে যেন আনন্দের বান ডাকিয়া গেল। আর মহানন্দে সমস্যাগুলি সমাধান করিতে লাগিলাম। কিন্তু শেষটায় যেন বড় আটকাইয়া গেলাম। কিছুতেই শেষের সমস্যাটা সমাধান করিতে না পারিয়া হতাশ হইয়া পড়িলাম।

Conclusion :—এই অভীক্ষায় অভীক্ষার্থীর মোট সাফল্যাঙ্ক ২৮ হইয়াছে। সুতরাং এক্ষেত্রে তাহার মূর্তবুদ্ধি (Concrete Intelligence) ২৮ হইবে।

Remarks :—Alexander's Pass Along Testএ অভীক্ষার্থীর সমবয়স্কদের মূর্তবুদ্ধি সাফল্যাঙ্ক (Concrete Intelligence score) সাধারণতঃ (২৬ – ৭) ১৯ হইতে (২৬ + ৭ =) ৩৩ পর্যন্ত হইয়া থাকে। এক্ষেত্রে অভীক্ষার্থীর মোট সাফল্যাঙ্ক ২৮ হইয়াছে। সুতরাং তাহার মূর্তবুদ্ধি (Concrete Intelligence) সাধারণ ও স্বাভাবিক তবে তাহার সাফল্যাঙ্ক (২৮) গড় সাফল্যাঙ্ক (২৬) অপেক্ষা অধিক।

NO. XXXVI. To determine Concrete Intelligence of the subject by Dearborn Form Board Test.

Basic Concept :—Same as before (No. xxxv.)

Preliminaries :— ,,

Materials Required :—Dearborn Form Board Test materials with demonstration cards & scoring sheet, stop-watch, screen, etc.

Description of Dearborn Form Board Test :—Dearborn এই অভীক্ষাটি উদ্ভাবন করিয়াছিলেন বলিয়া তাঁহার নামানুসারে ইহার নামকরণ করা হয়। এই অভীক্ষাটি মূর্ত বুদ্ধি পরিমাপ করিবার একটি পদ্ধতি বিশেষ। একটি চারকোণা কাঠের উপর নানাপ্রকার জ্যামিতিক চিত্র খোদিত করা আছে। এই খোদিত অংশগুলি পূরণ করিবার জন্য কাঠের ছক আছে। ছকগুলি এমনভাবে তৈয়ারী করা আছে যে একটিও বেশী বা কম হয় না।

এই অভীক্ষাটিতে বিভিন্ন রকমের সমস্যা তৈয়ারী করা যায়। এই বিভিন্ন সমস্যা সমাধান করিবার জন্য মূর্তবুদ্ধির আবশ্যক। যে যত কম সময়ে যত কম হাত নাড়িয়া সমস্যা সমাধান করিতে পারিবে তাহার মূর্তবুদ্ধি তত বেশী বলিয়া গণ্য করা হইবে। অবশ্য এই মূর্ত বুদ্ধি বিভিন্ন ব্যক্তিতে বিভিন্ন।

Procedure :—প্রথমে অভীক্ষার্থীকে একটি সমস্যার সমাধান দেখান হইল। তারপর পর্দার আড়ালে চিত্রানুযায়ী সমস্যা তৈয়ারী করিয়া অভীক্ষার্থীকে সমাধান করিতে বলা হইল। সমস্যা সমাধান করিতে অভীক্ষার্থীর কতবার ছকগুলি নাড়ানাড়ি করিতে হইল এবং কত সময় লাগিল তাহা (Stop watch-এর সাহায্যে) পরিমাপ করা হইল। এইভাবে পর পর চারটি সমস্যার পরীক্ষা করা হইল। (কোন সমস্যার সমাধান করিতে অভীক্ষার্থী ব্যর্থ হইলে সেই সমস্যার সমাধান তাহাকে দেখাইয়া দেওয়া হয়।) নিম্নোক্ত scoring sheet অনুযায়ী সাফল্যাঙ্ক (score) দেওয়া হইল। মোট সাফল্যাঙ্কই (Total score) অভীক্ষার্থীর মূর্ত বুদ্ধি বলিয়া গণ্য করা হইল।

Table No. 37 Scoring Sheet

Problem No.	Time in sec.		Credit	Moves in number				Credit
	1 & 2	3 & 4		1	2	3	4	
	0 – 10	0 – 20	5	0	0	0	8	5
	11 – 20	21 – 40	4	—	—	9	9	4
	21 – 40	41 – 70	3	3	5	10	10 – 11	3
	41 – 70	71 – 110	2	4	4	11 – 14	13 – 14	2
	71 – 120	111 – 180	1	5 – 7	7 – 10	15 – 20	15 – 20	1

Instructions to the subject :—"তোমাকে আমি একটি সমস্যার সমাধান দেখাইব। অনুরূপভাবে তোমাকেও কয়েকটি সমস্যার সমাধান করিতে হইবে। এমনভাবে ছকগুলি খোদিত অংশের মধ্যে সাজাইবে যে একটিও বেশী বা কম হইবে না কিংবা কোথাও খোদিত অংশের মধ্যে ফাঁক থাকিবে না। ছকগুলি যত কম নাড়ানাড়ি করিয়া এবং যত কম সময়ে পার সমস্যাগুলির সমাধান করিবে। বৃথা সময় নষ্ট করিবে না। তোমার বুদ্ধি পরীক্ষা করিতেছি। সুতরাং বুদ্ধিমানের মত কাজ করিবে। পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার একটি বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

Result :— Table No. 38

Problem No.	Time taken in sec.	Moves in number	Score	Total score
1	25	3	3+3	
2	38	6	3+2	20
3	65	12	3+2	
4	105	14	2+2	

Laboratory Norm = 19 with Standard Deviation = ±5

Introspection of the subject :—"প্রথমে সমস্যা দেখেই হতভম্ব হইয়া গেলাম। তারপর একটু ভাবিয়া কাজ আরম্ভ করিলাম। ছকগুলি যত কম নাড়ানাড়ি করিয়া ও যত কম সময়ে সমস্যা সমাধান করা যায় তাহার জন্য আন্তরিক চেষ্টা করিলাম। কিন্তু যতই সমস্যা সমাধান করিতে ব্যর্থ হইলাম ততই হতাশ হইয়া গেলাম। মনে হইতেছিল ইহা বুঝি আমার বুদ্ধির অগম্য। যখন সমস্যাটি হঠাৎ সমাধান করিয়া ফেলিলাম তখন মনের মধ্যে যেন আনন্দের বান ডাকিয়া গেল। যাহা হউক এইভাবে একটির পর একটি সমস্যা সমাধান করিয়া মহা উল্লাসে নাচিয়া উঠিলাম।"

Conclusion :—এই অভীক্ষায় অভীক্ষার্থীর মোট সাফল্যাঙ্ক (Total score) 20 হইয়াছে। সুতরাং তাহার মূর্ত বুদ্ধি 20 হইবে।

Remarks :—Dearborn Form Board Test-এ অভীক্ষার্থীর সমবয়স্কদের মূর্তবুদ্ধি সাফল্যাঙ্ক (Concrete Intelligence score) সাধারণতঃ (19 − 5 =) 14 হইতে (19 + 5 =) 24 পর্যন্ত হইয়া থাকে। এক্ষেত্রে অভীক্ষার্থীর মোট সাফল্যাঙ্ক 20 হইয়াছে। সুতরাং তাহার মূর্ত বুদ্ধি সাধারণ ও স্বাভাবিক।

Foot note :—Non-verbal Intelligence Test হিসাবে আমরা (১) Alexander's Pass Along Test এবং (২) Dearborn Form Board Test গ্রহণ করিয়াছি। Verbal Intelligence Test হিসাবে আমরা (1) Terman & Merrill Intelligence Test ও (2) Binet Simon Intelligence Test (Stanford revision) গ্রহণ করিতে পারি। এ সম্বন্ধে বিস্তৃত আলোচনা আমার প্রণীত "সরল মনোবিজ্ঞানে" পাওয়া যাইবে।

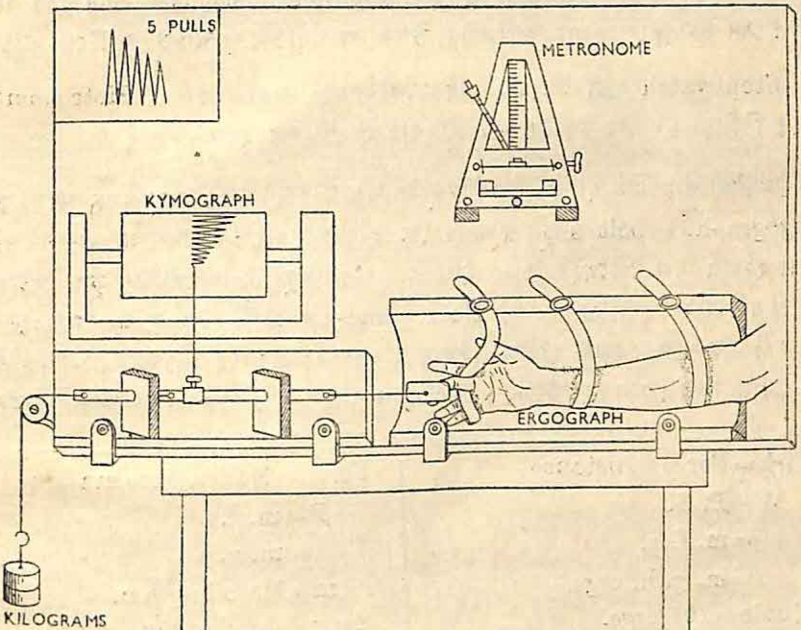
CHAPTER XVI

MUSCULAR WORK

No. XXXVII. To find the rate of muscular work of your subject using 2 kilogram weight. H. S. 1960. '61. '62.

Basic Concept :—মানুষের পেশীমূলক কার্য করিবার একটি নির্দিষ্ট ক্ষমতা আছে। মানুষ যতক্ষণ না অবসন্ন ও ক্লান্ত হইয়া পড়ে ততক্ষণ কাজ করিতে পারে। কিন্তু যখন ক্লান্ত ও অবসন্ন হইয়া পড়ে তখন কাজের গতি ব্যাহত হয় এবং শেষ পর্যন্ত কাজ করিতে পারে না।

Preliminaries :—Same as before.



ERGOGRAPH AND ACCESSORIES

Materials Required :—Mosso's ergograph with accessories, Metronome, Kymograph, screen, weights in kilogram, Stop watch,, etc.

Description of ergograph :—ইহা কাষ্ঠনির্মিত যন্ত্রবিশেষ। ইহার সাহায্যে পরীক্ষামূলকভাবে পরীক্ষাগারে মানুষের পেশীমূলক কার্যক্ষমতা পরিমাপ করা যায়। এই যন্ত্রটি Mosso উদ্ভাবন করিয়াছিলেন বলিয়া তাঁহার নামানুসারে ইহার নামকরণ হয়।

Procedure :—Kymograph-এর drumটি সাদা মার্বেল কাগজ দ্বারা জড়াইয়া আটকান হইল এবং কেরোসিন ল্যাম্পের সাহায্যে ঐ কাগজের উপর ভূষো সমান ভাবে মাখান হইল এবং drumটিকে Kymographএর উপর যথাযথভাবে স্থাপন করা হইল। Mosso's ergographটি একটি টেবিলের এক কোনায় Clampএর সাহায্যে এমন ভাবে আটকান হইল যে weight টানিবার সময় যেন কোন প্রকার ঘর্ষণ না হয়। Drum সহ Kymographটি ঐ টেবিলের উপর Mosso's ergograph-এর সম্মুখে ভূমির সমান্তরালভাবে (horizontally) স্থাপন করা হইল। ভূষোমাখান drumটির উপর Ergographএর stylusটি এমনভাবে রাখা হইল যেন উহা ভূষো মাখা কাগজটির উপর আলগাভাবে আঁচড় কাটিতে পারে।

Stop-watch দ্বারা কাজের সময় পরিমাপ করা হইল। Metronomeটি প্রতি মিনিটে ৬০ বার টক্ টক্ শব্দ করিবার ব্যবস্থা করা হইল।

অভীক্ষার্থীর ডান হাতের মধ্যম অঙ্গুলি বাদ দিয়া সমস্ত অঙ্গুলিসহ ডানহাতটি Ergographএর belt ও তুলার সাহায্যে হাতে যাহাতে ব্যাথা না লাগে এরূপ বাঁধা হইল। অভীক্ষার্থীর ডান হাতের মধ্যম অঙ্গুলির অগ্রভাগে তুলা জড়াইয়া ফিতা ধরিয়া ২ কিলোগ্রাম ওজন Metronome-এর একটি টক্ শব্দে টানিবার ও পরবর্তী টক্ শব্দে ওজনটি ছাড়িয়া দিবার ব্যবস্থা করা হইল। ওজন টানিবার এবং ছাড়িবার সময় কোনরূপ হেঁচকা (Jerk) না লাগে সেদিকে দৃষ্টি দেওয়া হইল।

Work = Force × distance

$W = P. S.$

$= m. f. s.$

$= m. g. h.$ ergs.

1 Joule $= 10^7$ ergs.

Force = Mass × Acceleration

$P = m. f.$

$= m. g.$

m = Mass in gram.

$f = g$ = Acceleration due to gravity in cm/sec^2

$s = h$ = Height in cm.

Erg = Unit of measurement of work.

Graph = Measurement.

Ergograph = Apparatus measuring work.

এইভাবে পরীক্ষা আরম্ভ করা হইল এবং অভীক্ষার্থী যতক্ষণ না সম্পূর্ণরূপে অবসন্ন হইয়া পড়িল ততক্ষণ ঐ ওজনটা টানিবার ও ছাড়িবার ব্যবস্থা করা হইল।

পরীক্ষার শেষে ভূষোমাখা drum paperটি সাবধানে খুলিয়া উহার উপরে Experimenter's name, subject's name, date, metronome speed= 60/min., প্রভৃতি লিখিয়া একটি trayতে Varnish-এর মধ্যে ভূষোমাখা অংশটি উপরের দিকে রাখিয়া উহা ডুবান হইল এবং সাবধানে ঝুলাইয়া বাতাসে শুকাইয়া লওয়া হইল। পরে প্রয়োজনীয় হিসাব (calculation) করা হইল।

Precautions :—(১) Drum Paperটি বেশ টান করিয়া drum-এর উপর লাগাইতে হইবে এবং ভূষো সমানভাবে মাখাইতে হইবে।

(২) অভীক্ষার্থী কেবলমাত্র মধ্যম অঙ্গুলির অগ্রভাগ দ্বারা ওজন Metronome-এর তালে তালে টানিবে ও ছাড়িবে।

(৩) ওজন টানিবার ও ছাড়িবার সময় কোনরূপ ঘর্ষণ না হয় সেদিকে দৃষ্টি দিতে হইবে।

(৪) ডান হাত ও অঙ্গুলিগুলি বাঁধিবার সময় তুলা ভালভাবে জড়াইতে হইবে যাহাতে হাতে ও আঙ্গুলে কোনরূপ ব্যথা না লাগে।

(৫) ওজন টানিবার কোনরূপ হেঁচকা টান (Jerk) দেওয়া চলিবে না।

(৬) Metronome-এর একটি টক্ শব্দে ওজন টানিতে হইবে এবং পরের টক্ শব্দে ওজনটা ছাড়িয়া দিতে হইবে।

(৭) Drum paperটি সাবধানে drum হইতে খুলিয়া Varnish-এর মধ্যে ডুবাইয়া ও ঝুলাইয়া বাতাসে শুকাইতে হইবে। নতুবা কোন কিছুর উপর রাখিয়া দিলে উহার সহিত আটকাইয়া যাইতে পারে।

(৮) সর্বোপরি Curveটি যাহাতে নষ্ট না হয় সেদিকে সতর্ক দৃষ্টি রাখিতে হইবে।

Instructions to the subject :—"তুমি আরাম করিয়া চেয়ারে বস। কোনরূপ চিন্তা ভাবনা করিও না। Metronome-এর একটি টক্ শব্দের সহিত তোমার ডান হাতের মধ্যম অঙ্গুলির কেবলমাত্র অগ্রভাগের দ্বারা ফিতার সাহায্যে ওজনটা টানিবে এবং পরবর্তী টক্ শব্দের সহিত ছাড়িয়া দিবে, কিন্তু কোনরূপ হেঁচকা টান (Jerk) দিবে না। চোখ বন্ধ করিয়া Metronome-এর টক্ টক্ শব্দের সহিত তালে তালে ওজনটা টানিবে আর ছাড়িবে। যতক্ষণ তুমি অবসন্ন ও ক্লান্ত না হইবে ততক্ষণ ঐভাবে টানিবে আর ছাড়িবে। 'Start' বলিলে টানা আরম্ভ করিবে এবং Stop' বলিলে টানা বন্ধ করিবে। কোনরূপ অসুবিধা হইলে আমাকে জানাইবে। পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার ও কার্যকলাপের একটি আনুপূর্বিক বিবরণী লিখিয়া দিবে।"

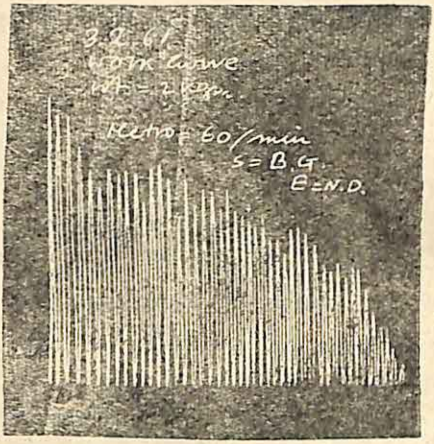


Diagram of Work Curve

Result :—

Table No. 39

Time of work in sec.	Weight used in gms. (m)	Acceleration due to gravity (g)	No. of pulls	Total length of all pulls in cms. (h)	Work done w = m. g. h. in ergs in 90 secs.	Rate of work per sec.
90 sec.	2 kgm. = 2000 gm.	981 cms. per sec²	45	142·4 cms.	2000 × 981 × 142.4 = 279388800·0	3104320 ergs. per sec.

Introspection of the subject :—"অভীক্ষকের নির্দেশানুযায়ী কার্য করিবার যথাসাধ্য চেষ্টা করিয়াছি। প্রথমে কাজ করিতে বেশ আনন্দ পাইয়াছিলাম কিন্তু একটু পরেই যখন ক্লান্তি ও অবসন্নতা বোধ করিলাম। তখন হইতে কাজে যেন নিরুৎসাহ হইয়া পড়িলাম।"

Conclusion :—এই পরীক্ষায় দেখা যায় যে অভীক্ষার্থী প্রতি সেকেণ্ডে 3104320 ergs কাজ করিয়াছে।

Remarks :—প্রত্যেক মানুষের কাজ করিবার একটা বিশেষ ক্ষমতা আছে। কাজ আরম্ভের সময় মানুষ নবীন উদ্যমে যে গতিতে কাজ করে পরে যখন ক্লান্ত ও অবসন্ন হইয়া পড়ে, তখন তাহার কাজের গতি ব্যাহত হয় এবং শেষ পর্যন্ত আর কাজ করিতে পারে না।

CHAPTER XVII

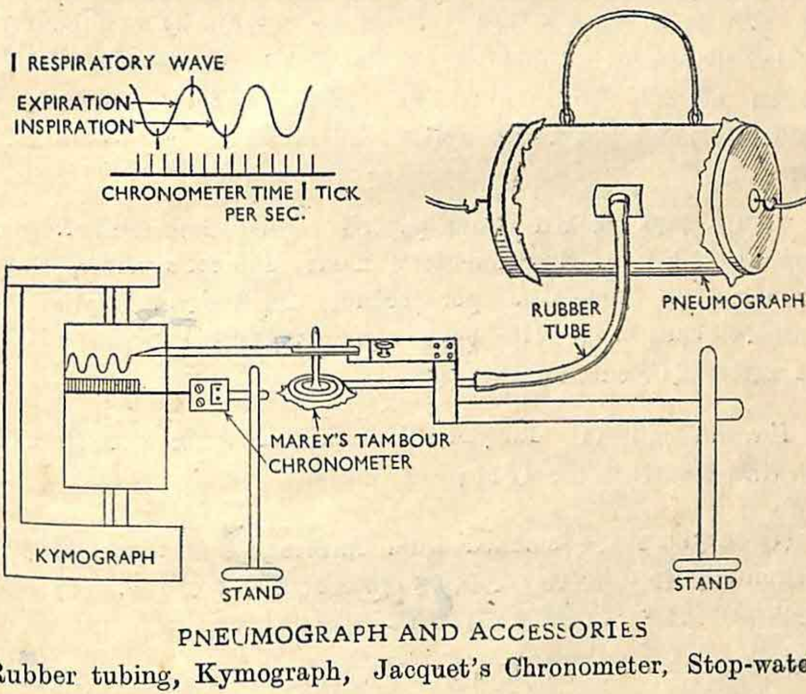
Respiration

No. XXXVIII. To find the rate of respiration of your subject using a pneumograph. H. S. 1960. '61, '62.

Basic Concept :—প্রশ্বাস গ্রহণের সময় বক্ষঃস্থলের উত্থান এবং নিঃশ্বাস ত্যাগের সময় বক্ষঃস্থলের পতন হয়। বক্ষঃস্থলের এই উত্থান ও পতনের সঙ্গে সঙ্গে শ্বাস প্রশ্বাসের গতি নির্ণয় করা যায়।

Preliminaries :—Same as before.

Materials Required :—Pneumograph, Marey's Tambour,



PNEUMOGRAPH AND ACCESSORIES

Rubber tubing, Kymograph, Jacquet's Chronometer, Stop-watch, two adjustable stands, screen, etc.

Pneumo = Lungs
Graph = Measurement
Pneumograph = Apparatus measuring respiration.

Description of Pneumograph :—ইহা ধাতুনির্মিত দুই মুখ খোলা ও একটি নলযুক্ত যন্ত্র। এই খোলা মুখ দুইটিতে পাতলা রবার বাঁধা থাকে। এই দুই দিকের রবারের সঙ্গে আঙটা লাগান থাকে। ঐ আঙটাগুলির সহিত ফিতা বাঁধিয়া বক্ষঃস্থলের উপর এমনভাবে বাঁধিতে হয় যেন শ্বাস প্রশ্বাসের সঙ্গে বক্ষঃস্থলের উত্থান ও পতনের সঙ্গে সঙ্গে ঐ পাতলা রবারের উপর যথাক্রমে টান বেশী ও টান কম হয়। Pneumograph ঐ নলটির সহিত রবার নলের দ্বারা Marey's Tambour এর নলের যোগ করা হয়।

Procedure :—Kymograph এর drumটির উপর সাদা মার্বেল কাগজ আটকান হইল এবং ঐ কাগজের উপর কেরোসিন ল্যাম্পের সাহায্যে ভুষি মাখান হইল এবং drumটিকে kymograph এর উপর স্থাপন করা হইল। ঐ smoked drum surface এর উপর Marey's tambour এর stylus ও Jacquet's chronometer এর stylusটি tangentialy এবং horizontally স্থাপন করা হইল। Pneumographটিকে অভীক্ষার্থীর বক্ষঃস্থলের উপর ফিতার সাহায্যে এমনভাবে বাঁধা হইল যে শ্বাস গ্রহণ ও নিঃশ্বাস ত্যাগের সঙ্গে সঙ্গে Marey's tambour এর stylusটি যথাক্রমে উঠা ও নামা করে। Jacquet's Chronometerটি প্রতি সেকেণ্ডে ১টি দাগ কাটিবার ব্যবস্থা করা হইল। এইভাবে kymographটি চালাইয়া দিয়া অভীক্ষার্থীর শ্বাস প্রশ্বাসের গতি ৬ মিনিট ধরিয়া record করা হইল।

পরীক্ষার শেষে smoked drum paperটি খুলিয়া উহার উপর Normal Respiration Curve, Experimenter's name, subject's name, Date, Chronometer's time-tick per second, প্রভৃতি লেখা হইল। ঐ কাগজটিকে Varnish এর মধ্যে ডুবান হইল ও বাতাসে সাবধানে শুকান হইল। পরে প্রয়োজনীয় Calculation করা হইল।

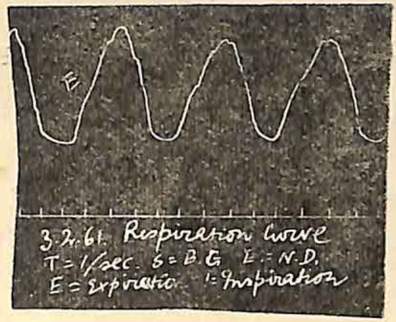
Precautions :—(১) Jacquet's Chronometerটি প্রতি সেকেণ্ডে একটি দাগ কাটিবার ব্যবস্থা করিতে হইবে।

(২) Stylusগুলিকে smoked drum surface এর উপর tangentially ও horizontally স্থাপন করিতে হইবে, কিন্তু খুব জোরে যেন চাপ না পড়ে অথচ স্পষ্ট দাগ কাটিতে পারে সেদিকেও সতর্ক দৃষ্টি রাখিতে হইবে।

(৩) Rubber tubeটির উপর কোন রূপ চাপ যাহাতে না পড়ে সেদিকেও লক্ষ্য রাখিতে হইবে।

Instructions to the subject :—"চেয়ারে আরাম করিয়া চোখ বন্ধ করিয়া বস, কিন্তু ঘুমাইয়া পড়িও না। কোন রূপ চিন্তা ভাবনা করিও না। কোন প্রকার

অসুবিধা হইলে আমাকে জানাইবে। পরীক্ষার শেষে পরীক্ষাকালীন তোমার মানসিক অবস্থার ও কার্যকলাপের একটি আনুপূর্বিক বিবরণী লিখিয়া দিও।”



Respiration Curve

Table No. 40

No. of observation	No. of respiratory waves in each minute.	Average respiratory waves per-minute.
1	20	
2	18	19
3	19	

Introspective report of the subjects : –“অভীক্ষকের নির্দেশ অনুসরণ করিবার আন্তরিক চেষ্টা করিয়াছি, কিন্তু মাঝে মাঝে নানাপ্রকার চিন্তা ভাবনা আসিয়া আমার মনের স্থৈর্য নষ্ট করিয়াছিল। অনেক চেষ্টা করিয়াও মনকে চিন্তা-শূন্য করিতে পারি নাই।”

Conclusion : এই পরীক্ষার দ্বারা দেখা যায় যে অভীক্ষার্থীর তিন মিনিটে মোট ৫৭টি অর্থাৎ প্রতি মিনিটে গড়ে ১৯টি respiratory waves হইয়াছে।

Remarks :—শ্বাস প্রশ্বাসের একটা স্বাভাবিক গতি আছে। স্বাভাবিক অবস্থায় সেই গতির বিশেষ কোন ব্যতিক্রম হয় না। কিন্তু অস্বাভাবিক অবস্থায় সেই গতির পরিবর্তন হইতে পারে।

No. XXXIX. To determine the effect of pleasant and unpleasant stimuli on respiration of your subject using a pneumograph.

সব কিছুই পূর্ব পরীক্ষার অনুরূপ কেবলমাত্র নিম্নলিখিত অংশ ছাড়া। কিছু সময় (১ মিনিট) Normal Respiration curve লইয়া pleasant stimulus হিসাবে সুগন্ধি দ্রব্য (ধূপের গন্ধ) কিংবা গায়ে সুড়সুড়ি দিয়া কিছু সময় (½ মিনিট Respiration curve লইয়া আবার কিছুসময় (১ মিনিট) Normal Respiration curve লইয়া unpleasant stimulus হিসাবে দুর্গন্ধযুক্ত দ্রব্য (হিং) কিংবা গায়ে খোঁচা দিয়া কিছু সময় (½ মিনিট) Respiration curve লইয়া আবার কিছুসময় (১ মিনিট) Normal respiration curve লইতে হইবে।

Result ও conclusionএর জন্য Respiration under normal state, pleasant state ও unpleasant state এই তিনটি পৃথক পৃথক ভাবে সম্পন্ন করিতে হইবে।

Remarks :—Respirationটি সাধারণতঃ Normal stateএ Regular, Pleasant stateতে weavy ও unpleasant stateতে Irregular হইয়া থাকে।
